

ALEXSANDRO BAYESTORFF DA CUNHA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA
INDÚSTRIA DE *Clear Blocks* NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Prof. Dra. Ghislaine
Miranda Bonduelle

CURITIBA
2001



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

PARECER

Defesa nº 429

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o mestrando **ALEXSANDRO BAYESTORFF DA CUNHA** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado “**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DE Clear Blocks NA REGIÃO SUL DO BRASIL**”, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Mestre em Ciências Florestais*, na área de concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Drª. Ghislaine Miranda Bonduelle

Professora do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR
Orientadora e presidente da banca examinadora

M.Sc. José Angelo Nicácio

Professor da Universidade do Contestado-SC
Primeiro examinador

Dr. Amaud Francis Bonduelle

Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR
Segundo examinador



Curitiba, 23 de março de 2001

Nivaldo Eduardo Rizzi

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Franklin Galvão

Vice-coordenador

DEDICATÓRIA

A meus pais, Adélcio e Nilsa Bayestorff da Cunha.

Sinto-me tão envaidecido de vós, de vosso exemplo e esforço, apoiando e criticando minhas atitudes, aplaudindo minha vitórias, e dando um ombro amigo em minhas derrotas. Talvez eu não saiba exprimir em palavras o especial carinho, o amor sincero e gratidão que lhes dedico.

Dividi comigo, os méritos desta conquista, porque ela vos pertence.

Ela é tão vossa quanto minha.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, quero agradecer o dom da vida, da sabedoria e a graça de poder concluir mais uma etapa de minha vida, muitas vezes cheia de obstáculos, mas que vão sendo superados com tua luz que ilumina meus passos.

À Universidade do Contestado (UnC) – Campus Canoinhas, pelo incentivo e apoio fornecido no final do curso de graduação em Engenharia Florestal, proporcionando um caminho para minha vida profissional, para onde, retorno como mestre para aplicar os meus conhecimentos, com o intuito de formar profissionais dignos e competentes.

À professora Dra. Ghislaine Miranda Bonduelle, pela força, confiança, incentivo e estímulo ensinamentos durante o curso de mestrado. Ghislaine, tenha certeza que seus ensinamentos foram, são e serão de grande valor, tanto para minha vida pessoal quanto profissional.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela oportunidade oferecida para a execução deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Programa PICDT, do qual fui bolsista, pelo valioso apoio despendido nos dois primeiros anos do curso.

À Fornecedora e Exportadora de Madeiras Forex S.A., pela confiança depositada no projeto e o apoio na coleta de dados, através de seus funcionários, que sempre preciso, contribuíram da melhor forma possível para o sucesso do trabalho.

Ao professor Dr. Arnaud Bonduelle, pelo apoio durante todo o curso, seja incentivando ou corrigindo, mas sempre passando seus valiosos conhecimentos para a formação da minha vida profissional.

Aos membros do comitê de co-orientação e da banca examinadora, pelas sugestões apresentadas para o engrandecimento deste trabalho.

Ao professor Henrique Kohler, pelo auxílio na implantação e análise do estudo, repassando seus conhecimentos estatísticos para que o trabalho tenha credibilidade, tanto para a empresa como para o universo científico.

Aos professores do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, em especial ao Dr. Jorge Luis Monteiro de Matos, Dr. Umberto Klock, Dr. Márcio Pereira da Rocha, Dra. Graciela Inês Bolzon de Muniz, MSc. Nilton José de Souza, e demais professores que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho.

Aos colegas do curso de pós-graduação Silvana Nisgoski, Lourival Marin Mendes (e esposa), Daniëlle Previdi Olandoski, Marta Andrea Brant, Elianice Gorniak e José Reinaldo Moreira da Silva (e esposa). Em especial ao doutorando Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque e sua esposa Elisabeth, pelo apoio, confiança, estímulo e principalmente amizade; estejam certos, que vocês foram fundamentais para a conclusão desta etapa.

A servidora Dionéia Calixto de Souza, do Laboratório de Química da Madeira e Polpa e Papel do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal pelo apoio constante.

Aos funcionários, professores e alunos da Universidade do Contestado – Campus Canoinhas, pelo estímulo constante, em especial aos professores Laerte Bonetes, José Hilário Kohler, José Sawinski Júnior, Rui Branco e aos funcionários da Pesquisa e Pós-Graduação e da secretaria.

Aos meus familiares, que me apoiam e incentivam na concretização dos meus sonhos. A minha namorada Graziela Greinert Vieira pelo amor, apoio, estímulo e principalmente pela compreensão da minha ausência.

Tenho a certeza de que, foi graças a este amparo constante, que hoje, vitorioso, conto com este grande êxito.

BIOGRAFIA

ALEXSANDRO, filho de Adélcio José da Cunha e Nilsa Bayestorff da Cunha, nasceu em Canoinhas, Estado de Santa Catarina, em 28 de outubro de 1972.

Concluiu o curso primário no Colégio Estadual Sagrado Coração de Jesus, em Canoinhas, iniciando o curso ginásial na mesma instituição, concluindo no ano de 1986. Coursou o segundo grau na Fundação das Escolas do Planalto Norte Catarinense (hoje, Colégio Realização), curso de Educação Geral.

Em 1993, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade do Contestado – Campus Canoinhas, colando grau no ano de 1997, fazendo parte da primeira turma do Estado de Santa Catarina.

Em março de 1998, ingressou no Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais na Universidade Federal do Paraná, como bolsista da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Em agosto de 1999, ingressou como docente do Curso de Engenharia Florestal da Universidade do Contestado, onde atualmente é o responsável pelo Departamento de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, exercendo também, funções como Coordenação de Estágios e Membro da Equipe de Pesquisas do Curso.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	ixv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xviii
1 INTRODUÇÃO	01
2 JUSTIFICATIVA	03
3 OBJETIVOS	04
3.1 OBJETIVO GERAL.....	04
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	04
4 REVISÃO DE LITERATURA	05
4.1 MADEIRA.....	05
4.1.1 Massa Específica.....	06
4.1.2 Umidade.....	06
4.1.3 Contração e Inchamento da Madeira.....	06
4.2 DIAGNÓSTICO DO SETOR FLORESTAL.....	07
4.3 QUALIDADE.....	11
4.3.1 Histórico da Qualidade.....	11
4.3.2 Conceito de Qualidade.....	11
4.3.3 Fatores da Qualidade.....	13
4.3.3.1 Matéria-prima.....	13
4.3.3.2 Processo.....	13

4.3.3.3 Pessoal.....	16
4.3.3.4 Know-how.....	16
4.3.3.5 Condições de trabalho.....	16
4.3.4 Importância da Qualidade.....	17
4.3.5 Controle da Qualidade.....	18
4.3.5.1 Vantagens do controle de qualidade.....	18
4.3.6 Ferramentas da Qualidade.....	18
4.3.6.1 Diagrama causa-efeito.....	19
4.3.6.2 Folhas de Verificação.....	21
4.3.6.3 Fluxogramas.....	21
4.3.6.4 Planejamento de Experimentos.....	21
4.4 PERDAS E DEFEITOS.....	23
4.4.1 Tipos de perdas.....	23
4.4.2 A Necessidade da Mensuração das Perdas.....	25
4.4.3 Defeitos.....	25
4.5 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS.....	26
4.5.1 Metodologia Básica do Gerenciamento de Processos.....	27
4.5.1.1 Organizar para o aperfeiçoamento.....	27
4.5.1.2 Entender o processo.....	27
4.5.1.3 Aperfeiçoar.....	28
4.5.1.4 Medir e controlar.....	28
4.5.1.5 Aperfeiçoar continuamente.....	29

5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
5.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	30
5.2 O PROCESSO.....	30
5.2.1 Atividades Externas ao Setor de <i>Clear Blocks</i>	30
5.2.2 Atividades Internas ao Setor de <i>Clear Blocks</i>	34
5.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	37
5.3.1 Estudo do Rendimento e Perda de Matéria-Prima.....	38
5.3.1.1 Seleção das variáveis.....	38
5.3.1.2 Determinação do delineamento estatístico.....	40
5.3.1.3 Coleta de dados.....	41
5.3.2 Estudo de Parada de Máquinas.....	43
5.3.2.1 Seleção das máquinas a serem analisadas.....	43
5.3.2.2 Coleta de dados.....	44
5.4 CÁLCULO DOS RENDIMENTOS E PERDAS NO PROCESSO.	44
5.4.1 Rendimento Volumétrico Total de Matéria-prima Expresso em Percentual.....	44
5.4.2 Rendimento Financeiro Total de Matéria-prima Expresso em R\$/m ³	45
5.4.3 Análise do Rendimento por Classe de Qualidade.....	46
5.4.4 Análise das Perdas em cada Etapa do Processo.....	47
5.4.5 Análise da Sobremedida.....	47
5.4.6 Análise Estatística em Termos Percentuais e Financeiros.....	48
5.4.6.1 Análise da Variância e Teste de Tukey.....	48

5.4.6.2 Planejamento de Experimentos.....	49
5.5 ANÁLISE DAS PARADAS DE MÁQUINAS.....	52
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
6.1 RENDIMENTO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA.....	53
6.1.1 Rendimento Volumétrico Total de Matéria-prima Expresso em Percentual.....	53
6.1.2 Rendimento Financeiro Total de Matéria-prima Expresso em R\$/m ³	57
6.2 ANÁLISE DO RENDIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA POR CLASSE DE QUALIDADE.....	61
6.2.1 Rendimento Volumétrico de <i>Clear Blocks</i> A em Percentual..	61
6.2.2 Rendimento Financeiro de <i>Clear Blocks</i> A em R\$/m ³	65
6.2.3 Rendimento Volumétrico de <i>Clear Blocks</i> B em Percentual..	69
6.2.4 Rendimento Financeiro <i>Clear Blocks</i> B R\$/m ³	72
6.2.5 Rendimento Volumétrico de <i>Clear Blocks</i> - Retrabalho em Percentual.....	75
6.2.6 Rendimento Financeiro de <i>Clear Blocks</i> - Retrabalho em R\$/m ³	78
6.3 PERDA DE MATÉRIA-PRIMA EM CADA ETAPA DO PROCESSO.....	82
6.3.1 Perda de Matéria-prima na Plaina.....	83
6.3.2 Perda de Matéria-prima na Destopadeira.....	84
6.3.3 Perda de Matéria-prima no Retrabalho.....	85
6.4 PERDA DE MATÉRIA-PRIMA DEVIDO A SOBREMEDIDA EXAGERADA.....	86

6.5 PARADAS DE MÁQUINAS.....	89
6.5.1 Paradas das Plainas.....	89
6.5.1.1 Paradas devido a operacionalidade da máquina.....	89
6.5.1.2 Paradas devido a lubrificação da máquina.....	91
6.5.1.3 Paradas devido a matéria-prima.....	94
6.5.1.4 Paradas devido a limpeza da máquina.....	95
6.5.1.5 Paradas com relação aos funcionários.....	96
6.5.2 Paradas das Destopadeiras.....	97
7 CONCLUSÕES.....	100
8 RECOMENDAÇÕES.....	102
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	107

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – PRODUÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS POR CONTINENTE NO ANO DE 1996.....	07
QUADRO 02 – EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PRODUTOS FLORESTAIS.....	09
QUADRO 03 – POTENCIAL VOLUMÉTRICO DAS FLORESTAS PLANTADAS EM 1990 (M ³).....	10
QUADRO 04 – LARGURAS E ESPESSURAS TRABALHADAS PELA EMPRESA.....	32
QUADRO 05 – COMBINAÇÕES DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS...	40
QUADRO 06 – CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA E DE PRODUÇÃO DE <i>Clear Blocks</i>	46
QUADRO 07 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS.....	50
QUADRO 08 – CÁLCULO DOS EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS.....	51
QUADRO 09 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA EM PERCENTUAL.....	56
QUADRO 10 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE MATÉRIA-PRIMA EM R\$ / M ³	60
QUADRO 11 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO <i>Clear Blocks A</i> EM PERCENTUAL.....	64
QUADRO 12 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE <i>Clear Blocks A</i> EM R\$ / M ³	68
QUADRO 13 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DE <i>Clear Blocks B</i> EM PERCENTUAL.....	71

QUADRO 14 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE <i>Clear Blocks</i> B EM R\$ / M ³	74
QUADRO 15 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DE <i>Clear Blocks</i> - RETRABALHO EM PERCENTUAL.....	77
QUADRO 16 – PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE <i>Clear Blocks</i> - RETRABALHO EM R\$/M ³	81
QUADRO 17 – DIMENSÕES PARA TODAS AS ETAPAS EM QUE A SOBREMEDIDA ESTÁ PRESENTE.....	87
QUADRO 18 – PARADAS NAS PLAINAS–OPERACIONALIDADE DA MÁQUINA.....	91
QUADRO 19 – PARADAS NAS PLAINAS – LUBRIFICAÇÃO DA MÁQUINA.....	93
QUADRO 20 – PARADAS NAS PLAINAS – MATÉRIA-PRIMA.....	94
QUADRO 21 – PARADAS NAS PLAINAS – DESEMPENHO DOS FUNCIONÁRIOS.....	96
QUADRO 22 – PARADAS NAS DESTOPADEIRAS.....	98

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE.....	17
FIGURA 02 – ESTRUTURA DO DIAGRAMA CAUSA-EFEITO.....	20
FIGURA 03 – FASES DO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS.....	27
FIGURA 04 – FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES EXTERNAS AO SETOR DE <i>Clear Blocks</i>	31
FIGURA 05 – DESDOBRIO PRIMÁRIO.....	32
FIGURA 06 - LAY-OUT E FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES INTERNAS AO SETOR DE <i>Clear Blocks</i>	33
FIGURA 07 – PLAINA UTILIZADA NO PROCESSO.....	34
FIGURA 08 – MODELO DE UMA DAS DESTOPADEIRAS.....	35
FIGURA 09 – SERRA CIRCULAR REAPROVEITADORA.....	36
FIGURA 10 – MÓDULO PARA ENCAIXOTAMENTO.....	37
FIGURA 11 – BITOLA 92 mm, ESPESSURA 40 mm EM CADA ETAPA DO PROCESSO PRODUTIVO.....	38
FIGURA 12 – DESTOPADEIRA DE BAIXO PARA CIMA (A) DESTOPADEIRA DE CIMA PARA BAIXO (B).....	39
FIGURA 13 – PILHA DE MADEIRA MEDIDA.....	41
FIGURA 14 – CROQUI DE UMA PEÇA DE MADEIRA APLAINA- DA DURANTE A FASE DE DESTOPO.....	42
FIGURA 15 – RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA EM PERCENTUAL.....	54
FIGURA 16 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA EM PERCENTUAL.....	56

FIGURA 17 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA EM R\$/M ³	57
FIGURA 18 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA EM R\$/M ³	60
FIGURA 19 – RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> A EM PERCENTUAL.....	62
FIGURA 20 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> A EM PERCENTUAL.....	64
FIGURA 21 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> A EM R\$/M ³	66
FIGURA 22 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> A EM R\$/M ³	68
FIGURA 23 – RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> B EM PERCENTUAL.....	69
FIGURA 24 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> B EM PERCENTUAL.....	71
FIGURA 25 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> B EM R\$/M ³	72
FIGURA 26 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> B EM R\$/M ³	74
FIGURA 27 – RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> - RETRABALHO EM PERCENTUAL.....	76
FIGURA 28 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> - RETRABALHO EM PERCENTUAL.....	77
FIGURA 29 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> - RETRABALHO EM R\$/M ³	79

FIGURA 30 – EFEITOS DO PLANEJ. DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE <i>Clear</i> <i>Blocks</i> – RETRABALHO EM R\$/M ³	81
FIGURA 31 – PERDA DE MADEIRA NA PLAINA (%).....	83
FIGURA 32 – PERDA DE MADEIRA NA DESTOPADEIRA (%).....	84
FIGURA 33 – PERDA DE MADEIRA NO RETRABALHO (%).....	86
FIGURA 34 – PERDA DE MADEIRA DEVIDO A SOBREMEDIDA EXAGERADA (%).....	88
FIGURA 35 – DIAGRAMA CAUSA – EFEITO PARA PARADA DE MÁQUINAS.....	90

RESUMO

O setor madeireiro é caracterizado por ser uma grande fonte de geração de desperdícios, assim, o efetivo controle das atividades produtivas é condição indispensável para que qualquer empresa possa competir em igualdade de condições com seus concorrentes. O objetivo geral deste trabalho é avaliar a produtividade com relação a perdas e paradas em uma Indústria de *Clear Blocks*. O trabalho foi realizado na Fornecedora e Exportadora de Madeiras FOREX S.A., situada no município de Três Barras-SC. A implantação do experimento foi dividida em duas partes: a primeira relacionada ao estudo do rendimento e perda de matéria-prima onde selecionou-se as variáveis destopadeira (corta de baixo para cima e de cima para baixo), bitola (67 mm e 92 mm) e fornecedor (Interno e Externo); designou-se o delineamento inteiramente causalizado com arranjo fatorial (três fatores e dois níveis) como ferramenta estatística; determinou-se o número de tratamentos (8) e repetições (3); e coletou-se de dados com a medição de todas as peças de um lote e em todas as etapas do processo de beneficiamento (plaina, destopadeira e retrabalho). A segunda parte consistiu no estudo das paradas de máquinas onde avaliou-se as plainas e destopadeiras com 10 amostras de uma hora em cada máquina, onde determinou-se o tempo e as causas das paradas. A análise dos resultados dos rendimentos e perdas foi realizada através da Análise da Variância, Teste de Tukey e pelo Planejamento de Experimentos. A análise das paradas foi determinada com auxílio do Diagrama Causa-efeito. Os resultados demonstraram principalmente no estudo dos rendimentos de matéria-prima em termos percentuais, a superioridade da bitola 92 mm frente a 67 mm, em virtude ao maior aproveitamento da peças e do fornecedor externo frente ao interno devido a melhor qualidade da madeira, entretanto em termos financeiros, a situação do fornecedor se inverte devido ao menor custo da matéria-prima do fornecedor interno. As perdas de matéria-prima em cada etapa do processo é significativa somente com relação a bitola, onde evidenciou-se maiores perdas na bitola 67 mm. Verificou-se também a presença da sobremedida exagerada nas peças de madeira serrada com uma uniformidade entre os fatores estudados. Portanto, não havendo diferenças significativas quando se trabalha com as variáveis em conjunto, pode-se dizer que o trabalho deve ser realizado com a madeira de menor custo, e com as destopadeiras e bitolas que se utilizam atualmente. Com relação as paradas, observou-se que as causas nas plainas estão em função da madeira processada e a lubrificação, limpeza, ajuste da máquina. Nas destopadeiras, as causas são referentes a falta de madeira a aos operadores das máquinas.

ABSTRACT

The timber industry is characterized by a great source of waste generation, this way, the effective control of the productive activities is an essential condition for any company to compete in the market. The main objective of this research is to evaluate productivity in relation to loss and shut-downs in the Clear Block Industry. The research took place at Fornecedora e Exportadora Forex S.A., located in Três Barras (SC). In order to start the research, it was divided in two parts: the first one was related to the study of the loss and efficiency of the raw-material involved. The variables involved in this first part were edgers (up-down and down-up cuts), size (67 mm and 92 mm), and supplier (internal and external). The random fortuitous design with factorial arrangement (three factors and two levels) was used and the number of treatments was eight, plus three repetitions. The data collected involved the measurement of every piece in a parcel in every stage of the process (planermills, edgers and rework). The second part of the research is related to the study of equipment shut-downs involving edgers and planermillss with ten samples of one hour each equipment, considering time and cause of the shut-downs. The analysis of efficiency and loss results was completed using Analysis of Variance, Tukey Test and through the experiment planning. The analysis of shut-downs was concluded using the cause-effect diagram. The results showed, mainly in the raw-material efficiency, in percentage, the advantage of the 92 mm block over the 67 mm one, due to a better utilization of the pieces and a better external supplier compared to internal, considering wood quality. However, financially considering, the supplier situation is inverted due to the lower cost of the internal supplier. The loss of raw-material in every stage of the process is significant only when size is considered, being the larger loss identified on the 67 mm blocks. Exaggerated oversize was also identified in sawed timber pieces with uniformity on the factors studied. Therefore, there not being significant differences when working with variables in group, the work can be performed using the lower cost timber and edgers and sizes used at the moment. Considering shut-downs, it was observed that the causes on the planermills are due to processed timber and equipment adjusts, cleaning, and lubrication. Considering edgers, the causes refer to the lack of timber and to equipment operators.

1 INTRODUÇÃO

Nas primeiras décadas da Revolução Industrial, a produção era realizada de forma artesanal. O mercado encontrava-se praticamente inexplorado e em franca expansão. O grande aumento de produtividade conseguido com a produção mecanizada, em substituição ao artesanato, garantia uma posição extremamente confortável às empresas emergentes.

Até um passado bem recente, as empresas brasileiras tinham um conjunto bem definido de preocupações, sendo estas relacionadas com o aumento de vendas, otimização de estratégias de marketing, investimentos em qualidade de projeto e formas de maximizar volumes de produção. Um mercado consumidor generoso e vasto absorvia todos os custos decorrentes de tais decisões e ainda proporcionava razoáveis margens de lucro.

O mundo atual tem experimentado um crescente desenvolvimento de novas tecnologias e abertura de mercados. Por isso, a padronização de procedimentos e níveis de qualidade atinge quase todas as facções industriais da atualidade. O que antes era um ambiente simples e estático, transformou-se numa indústria dinâmica, complexa e consciente (MAGRATH, 1994).

O aumento da competitividade faz com que, cada vez mais, os consumidores estabeleçam os padrões mínimos de qualidade e preços aceitáveis no mercado. A diminuição de barreiras alfandegárias e a criação de grandes mercados de livre comércio, como o NAFTA, o MERCOSUL e o Mercado Comum Europeu, indica que a concorrência tende a ocorrer a nível mundial e que reservas de mercado caminham para a extinção (BORNIA, 1995).

Na atual realidade de mercado, e diante de opções internacionais, é necessário dar oportunidades iguais para grandes e pequenas empresas. Entretanto, muitas vezes empresas de pequeno e médio porte, mesmo que

competentes, não podem atender exigências de organismos certificadores. O fato, porém, é que a empresa precisa demonstrar ao mercado que está em condições de atendê-lo (REVISTA DA MADEIRA, 1998).

O efetivo controle das atividades produtivas é condição indispensável para que qualquer empresa possa competir em igualdade de condições com seus concorrentes, hoje em dia. Sem este controle, ou seja, sem a capacidade de avaliar o desempenho de suas atividades e de intervir rapidamente para a correção e melhoria dos processos, a empresa estará em desvantagem frente à competição mais eficiente (BORNIA, 1995). Isto tem levado as empresas a buscarem ferramentas que as auxiliem a melhorar sua produtividade, eficiência, aumentar fatias de mercado e lucratividade através da redução de custos, visando sempre atingir a satisfação total de seus clientes (CORAL, 1996).

As ferramentas podem ser adaptadas a qualquer processo de manufatura, sendo o setor madeireiro, especificadamente a Indústria de *Clear Blocks*, que produzem peças de madeira livre de defeitos com mercado exclusivamente internacional, carente de avaliações através de ferramentas precisas que forneçam condições de análise do processo. Com esta análise pode-se elaborar uma estratégia de produção concisa e que gere grandes lucros e não perdas desnecessárias, tornando o produto atraente e competitivo no mercado nacional e internacional.

2 JUSTIFICATIVA

Hoje, no início do século XXI, a qualidade é vista por todos como uma necessidade que deve ser buscada e atingida. Mas, o que é qualidade? O conceito de qualidade para alguns difere da concepção de qualidade para outros. Todas as abordagens do conceito de qualidade levam a um denominador comum: produzir com qualidade é fazer o certo desde a primeira vez, e ao menor custo possível. Isto é, produz-se sem gerar desperdícios, retrabalho e refugos.

O setor madeireiro é caracterizado por ser uma grande fonte de geração de desperdícios, como na matéria-prima, energia, recursos humanos, maquinário e equipamentos, isto é, perdas financeiras.

Devido à exigência dos mercados interno e, principalmente, externo, as empresas, independente do campo de atuação, têm buscado certificados para seus produtos, processos, florestas como os certificados das séries ISO 9000, ISO 14000, FSC (Forest Stewardship Council). Porém a certificação da qualidade é apenas o início de um longo caminho para a obtenção da excelência em processos e serviços. A quantificação da má qualidade e eficiência de processo são pontos importantes e servem como base para a implantação de qualquer programa de melhoria para se chegar a um nível ótimo de qualidade.

A má qualidade está presente nos processos produtivos, principalmente nos que não possuem sistemas de qualidade. Porém, em muitos casos, não aparece nos sistemas contábeis, ficando embutida nos custos globais de produção.

Este trabalho pode ser utilizado em qualquer setor, comprovando que a qualidade de processo deve ser medida na fonte com o auxílio de pessoal e ferramentas especializadas, a fim de se obter dados confiáveis para se tomar atitudes que visam à melhoria da qualidade tanto para a empresa quanto para o cliente.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a produtividade com relação a perdas e paradas em uma Indústria de *Clear Blocks*, visando à redução dos desperdícios no setor.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e analisar as perdas totais inerentes e não inerentes ao processo produtivo;
- quantificar e caracterizar o rendimento total de matéria-prima em termos percentuais e financeiros ao longo de todo o processo;
- determinar o rendimento percentual de matéria-prima por classe de qualidade (*Clear Blocks* A, B e provenientes do retrabalho) e o retorno financeiro proporcionado por cada classe;
- determinar e avaliar as perdas de matéria-prima em cada etapa do processo;
- quantificar e caracterizar as perdas de matéria-prima devido à sobremedida exagerada;
- verificar a aplicabilidade do Planejamento de Experimentos frente à Análise Estatística Convencional;
- avaliar as principais variáveis que afetam o beneficiamento das peças de *Clear Blocks* (destopadeira, bitola e fornecedor), e determinar quais os melhores níveis dentro destas variáveis;
- quantificar as paradas nas principais máquinas do processo e determinar as causas destas paradas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MADEIRA

Muito antes do homem aprender a trabalhar os metais ou descobrir o plásticos, já se servia da madeira para construir uma série de utensílios, alguns dos quais seguem utilizando até hoje, por serem mais baratos, ou porque possuem propriedades que os materiais criados não possuem.

Da árvore, que é representada pelas mais diversas espécies existentes no mundo, pode-se obter cerca de 40.000 produtos através dos vários processos de industrialização.

Madeira pode ser conceituada como um material orgânico, extremamente complexo, heterogêneo, poroso, higroscópico e anisotrópico.

A versatilidade da madeira é demonstrada pela ampla variedade de produtos. Esta variedade é resultante do espectro das características físicas desejáveis. Frequentemente, mais de uma propriedade da madeira é importante em um produto final, como por exemplo, a seleção de espécies para um produto, o valor de propriedades como textura, grã ou cor podem influenciar o produto juntamente com características de produção, estabilidade dimensional ou resistência (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1972).

As propriedades físicas de maior interesse no estudo da madeira são: massa específica, umidade, contração e inchamento. Entre as propriedades mecânicas pode-se citar: elasticidade, flexão estática e dinâmica, compressão e tração paralela e perpendicular às fibras, cisalhamento e dureza.

4.1.1 Massa Específica

Massa específica é a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, ou do volume de espaços vazios existentes em uma madeira, a qual é expressa em kg/m^3 ou g/cm^3 .

4.1.2 Umidade

De acordo com KOLLMANN (1959) citado por KLOCK (2000), o teor de umidade de uma madeira é geralmente expresso pela relação entre o peso de água contido em seu interior e o seu peso em estado completamente seco, expresso em porcentagem.

O teor de água na madeira influi, acentuadamente, nas suas propriedades físico-mecânicas. A resistência da madeira, de uma maneira geral, decresce com o aumento da sua umidade. A variação do teor de umidade ocasiona alterações nas dimensões da madeira. Esse fenômeno é denominado de retração e inchamento higroscópico, porque as alterações volumétricas ocorrem como consequência de variações no teor de água higroscópica (GALVÃO & JANKOWSKI, 1984).

4.1.3 Contração e Inchamento da Madeira

Todo gel higroscópico, como a madeira e vários materiais celulósicos, estando inicialmente em estado completamente saturado em água, apresenta uma contração ao perder umidade, quando atingido o ponto de saturação das fibras ($\text{PSF} = 28\%$). Esta contração é acompanhada por empenamentos, rachaduras, fendas, entre outros, e é considerada a propriedade física mais problemática da madeira. (MORESCHI, 1975).

O fenômeno de contração apresenta um caráter bastante particular em função de que difere sensivelmente em uma mesma peça de madeira, em razão da característica fortemente anisotrópica deste material (KLOCK, 2000).

BOTTOSSO (1997) citado por KLOCK (2000) menciona que por consequência, as modificações dimensionais que aparecem ao longo do curso da secagem não apresentam a mesma importância em relação as direções tangencial, radial e longitudinal. De fato, a contração na direção tangencial é geralmente mais elevada que a contração radial. Já ao se considerar a direção longitudinal, a contração é negligenciável, a exceção de casos particulares como madeira de compressão. Desta forma, de acordo com a intensidade das variações dimensionais nas três direções tangencial, radial e longitudinal, podem provocar vários tipos de deformações nas peças serrada de madeira.

4.2 DIAGNÓSTICO DO SETOR FLORESTAL

Segundo a FAO (1999), um dos desafios importantes a enfrentar consiste em dedicar uma atenção às necessidades dos produtos madeireiros e não madeireiros, à satisfação da demanda de serviços ambientais e sociais provenientes das florestas (Quadro 1).

QUADRO 01 - PRODUÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS POR CONTINENTE NO ANO DE 1996.

Continente	Lenha e Carvão	Madeira em Tora	Madeira Serrada	Painéis	Celulose	Papel Cartão
África	551.884	67.931	9.147	1.822	2.131	2.695
Ásia	905.236	280.153	98.166	45.292	42.869	81.926
Oceania	8.756	41.461	6.764	2.158	2.330	2.651
Europa	82.439	369.650	110.285	44.167	38.047	80.936
Am. Norte/Central	155.437	600.447	176.948	49.911	83.448	106.847
América do Sul	193.007	129.890	28.336	6.037	9.719	9.328
Total Mundial	1.864.760	1.489.530	429.645	149.385	178.543	284.383

Fonte: FAO (1999)

A FAO prevê que desde o momento presente até 2010, a demanda de madeira em tora aumentará 1,7% anualmente, como consequência do crescimento demográfico e econômico. Estudos realizados indicam que existem recursos suficientes para cobrir esta demanda; a situação não será a mesma em todos os países e dependerá em grande parte das condições de mercado, das legislações, do desenvolvimento tecnológico e dos recursos humanos.

De acordo com TOMASELLI & DELESPINASSE (2000), o mercado internacional continuará demandando maiores volumes de produtos florestais, especialmente porque o consumo continuará aquecido nos Estados Unidos, e ainda, porque é clara a recuperação da economia dos países importadores de madeira na Ásia (Coréia do Sul, Filipinas e Tailândia). Ao mesmo tempo que a demanda crescerá, a oferta, especialmente dos produtores da Ásia, não conseguirá suprir as necessidades do mercado, como por exemplo, a Malásia que já atingiu o seu limite de volume de madeira.

Conforme RECH (1998), o mercado internacional tem apresentado grandes mudanças no perfil dos exportadores. A qualificação e os ganhos em competitividade tem permitido o ingresso de países emergentes com mão-de-obra e matérias-primas de menor custo.

Com relação ao cenário nacional, TOMASELLI & DELESPINASSE (2000) citam que a recuperação econômica do Brasil surpreendeu muitos especialistas. A economia deverá crescer pelo menos 4% durante o ano 2001, o que ampliará substancialmente o mercado nacional para produtos de madeira, principalmente, porque se prevê uma retomada dos investimentos na construção civil.

A maioria do crescimento deverá se concentrar na indústria baseada em toras produzidas a partir de florestas plantadas. A limitação da oferta de madeira de florestas plantadas será muito provavelmente, senão o único, o fator mais importante na limitação do crescimento da

indústria de base florestal no Brasil (TOMASELLI & DELESPINASSE, 2000).

QUADRO 02 - EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PRODUTOS FLORESTAIS

Produtos	1998		1999		Variação %
	Quant m ³	Valor (US\$)	Quant m ³	Valor (US\$)	98 / 99 m ³
Serrados e Aplainados	241.057	85.940.128	373.907	108.171.047	55.11
Compensados laminados	183.878	53.762.644	473.021	121.207.248	157.25
Painéis de ripas	51.469	11.997.397	36.756	9.159.092	-28.59
Laminas faqueadas	23.498	12.180.115	38.744	15.974.299	64.89
Laminas torneadas	13.219	3.024.017	18.205	4.095.218	37.72
Painéis celulares	8.931	3.977.620	2.075	1.124.590	-76.77
Compensados sarrafeados	4.978	1.781.302	7.980	2.437.699	60.29
Clear Blocks	8.491	2.196.551	9.768	2.552.186	15.05
Portas, janelas, parquets	5.847	2.444.790	26.082	13.760.944	346.07
Cabos de vassoura	2.593	1.417.875	1.995	957.847	-23.07
Cabo de ferramenta, pincéis, escovas	1.809	1.261.479	1.460	1.009.888	-19.30
Painéis de partículas	613	159.980	5.064	925.973	725.84
Molduras	2.115	967.738	24.117	50.405.220	1.040.30
Painéis de fibras	0	0	177.108	50.545.082	
Móveis	*	*	5.602	3.193.051	
Outros	5.526	1.744.015	32.743	15.342.194	492.53
TOTAL	554.024	182.855.650	1.234.626	400.861.446	122.85

Fonte: IBAMA-PR – Sistema Nacional de Controle das Exportações de Produtos Florestais – SISCOEX citado pela REVista da Madeira (2000)

Segundo a REVISTA DA MADEIRA (2000), as exportações brasileiras de madeira apresentaram em 1999 um de seus maiores volumes de vendas. Vários fatores contribuíram decisivamente para o incremento das vendas externas, mas o mais expressivo foi a desvalorização cambial que ocorreu no início no último ano. Aliado a isso, o esforço do governo e de várias instituições privadas, visando orientar e preparar as empresas para que passem a ver na exportação uma boa alternativa para dividir o mercado comprador, está sendo um grande passo para consolidar a presença de produtos brasileiros em vários países (Quadro 02). Entretanto, o aumento das vendas e a incorporação de novas empresas na lista de exportadores potenciais têm que passar

também pela adequação do produto aos padrões internacionais e, em grande parte, investimentos em atualização e modernização do parque fabril.

De acordo com TOMASELLI & GARCIA (1998), a Indústria de produtos de madeira sólida no Brasil vem se modernizando e expandindo rapidamente. Muito desse desenvolvimento é baseado em reflorestamentos das regiões sul e sudeste do país. Estes, oferecem grande volume de madeira a baixo preço, e isto tem sido o principal fator na competitividade dos novos projetos.

A produção de madeira em tora proveniente de reflorestamentos na região sul experimentou um crescimento expressivo nos últimos anos, 863% entre 1975 e 1990. A madeira de reflorestamento produzida na região sul tem como principais produtos as toras/toretos para o processamento industrial, o qual respondeu por 70.9% da produção registrada em 1990. Neste mesmo ano, a madeira destinada a lenha foi de 28.2% da produção, enquanto que a madeira para produção de carvão vegetal foi de 0.9%.

Atualmente a área desmatada na região sul corresponde a 88.82% da cobertura florestal original, sendo que a cobertura florestal atual equivale a 11,18% da cobertura florestal original e a 6.86% do território.

QUADRO 03 - POTENCIAL VOLUMÉTRICO DAS FLORESTAS PLANTADAS EM 1990 (m³)

Espécie	Pinus	Eucalipto	Araucária	Acácia	Total
Paraná	160.978.470	4.990.995	11.798.191	-	177.767.656
S. Catarina	90.728.519	6.299.648	5.834.997	-	102.863.164
R.G. do Sul	34.819.047	10.521.625	547.746	7.886.881	53.775.299
Região Sul	286.526.036	21.812.268	18.180.934	7.886.881	334.406.119

Nos reflorestamentos da região sul há predominância do gênero *Pinus spp*, com 1.6 milhões de hectares, o equivalente a cerca de 60% da área reflorestada, em seguida vem o gênero *Eucalyptus spp*, com

229,5 mil hectares, o equivalente a 13% da área reflorestada. Ambas as espécies apresentam um grande potencial volumétrico frente as espécies nativas da região (Quadro 03).

4.3 QUALIDADE

4.3.1 Histórico da Qualidade

Ao longo das décadas de 50 e 60, a gestão da qualidade enfatizou a manufatura de produtos. Assim, a Qualidade era avaliada pela produção de itens sem defeitos. Deste modo, a análise dos produtos passou a ser controlada estatisticamente, através de inspeções, ou seja, através do Controle Estatístico de Qualidade (ROLT, 1998).

De acordo com ROLT (1998), no início dos anos 70, com a contribuição de autores como Deming, Juran, Feigenbaum e Crosby, esse enfoque sofreu profunda transformação, sendo que a Qualidade, vista como função investigativa, deu lugar ao movimento de garantia da qualidade. Uma série de fatores contribuíram para a evolução do conceito da Qualidade, entre eles estão o crescente aumento dos níveis de competitividade das organizações e a crescente conscientização com relação à escassez dos recursos ambientais.

4.3.2 Conceito de Qualidade

Existem muitos conceitos proferidos por diversos “gurus” da qualidade. Todos são corretos, algumas vezes complementares. É possível, até então, distinguir dois aspectos relacionados à palavra Qualidade: satisfação do cliente e eficiência de processo, resultando, respectivamente, num produto/serviço certo e sem defeitos.

Entretanto, é imprescindível que um terceiro aspecto seja acrescentado ao significado de Qualidade para uma organização: a satisfação do trabalhador. Todos estes aspectos estão intimamente relacionados. Quando as pessoas trabalham satisfeitas, sentem-se comprometidas com o que fazem e procuram empenhar-se na melhoria contínua do trabalho. Da mesma forma, pessoas satisfeitas atendem melhor os clientes, especialmente quando se trata de organizações prestadoras de serviço, onde há a plena interação dos trabalhadores com os usuários e o *feedback* entre ambos é imediato e constante (QUEIROZ, 1996).

Pode-se considerar que os conceitos anteriores foram resumidos por GARVIN (1992) em cinco abordagens:

- a) transcendente: a qualidade é “excelência inata”, pois não é possível definir qualidade com precisão, devido a sua simplicidade, não analisável e reconhecida apenas através de experiências;
- b) baseada no produto: neste caso, a qualidade aparece no produto. A qualidade é uma variável precisa e mensurável. Para se obter uma melhor qualidade custa mais caro. A qualidade é vista como característica inerente aos produtos, e não como algo atribuído a eles;
- c) baseada no usuário: considera a qualidade na visão do cliente. O pleno atendimento às suas preferências significa melhor qualidade;
- d) baseada na produção: define qualidade como “conformidade com as especificações”. “Fazer certo da primeira vez” dá a idéia de excelência, sendo que qualquer desvio implica queda de qualidade;
- e) baseada no valor: define qualidade em relação a custo e preço. Considera que um produto tem qualidade se apresentar alto nível de conformação a um custo aceitável.

As abordagens de cada autor, segundo GARVIN (1992), provavelmente foram influenciadas por sua formação profissional original. Para o pessoal de produção, preponderam as visões de produto e

de produção, enquanto os de marketing preferem a do usuário. A equalização e a calibragem dessas visões dentro de uma mesma empresa são salutares, a fim de evitar divergências de enfoques de uma área para outra (ROBLES, 1994).

4.3.3 Fatores da Qualidade

Segundo KLEIN (1995), uma engenharia eficiente do produto exige uma nova estrutura de gerenciamento na fabricação. A qualidade do produto final é o resultado da administração da matéria-prima; do processo; do pessoal; partindo de um *know-how* (saber fazer = habilidade e treinamento).

4.3.3.1 Matéria-prima

Para qualquer produção, a matéria-prima é o fator predominante da qualidade e determina um ponto considerável da qualidade do produto final. Costuma, às vezes, ser também o fator de maior custo da fabricação (BARTOLOMEU, 1998).

O uso de materiais com características superiores ou inferiores às necessidades significa desperdício, pois se for superior pode significar maior investimento, se for inferior pode não atender à necessidade e provocar a perda total do produto ou exigir reparos (SEBRAE, 1995).

4.3.3.2 Processo

PALL (1987) define processo como a organização lógica de pessoas, materiais, energia, equipamentos, informações e procedimentos em atividades de trabalho orientadas a produzir um determinado resultado final (produto do trabalho).

Normalmente, as etapas de um processamento são pré-definidas. Não obstante, as possibilidades do setor de produção influenciam na qualidade e no custo sendo consideráveis por meio da: seleção do maquinário, seleção dos componentes, regulagem, manutenção e conservação sistemáticas, medidas de organização referentes aos processo e monitoração da qualidade (BARTOLOMEU, 1998).

a) Equipamento

Até poucos anos atrás, aceitava-se erroneamente que os equipamentos eram problemas somente técnicos. Esses pensamentos ficaram abalados quando se verificou que na estratégia de produção de algumas empresas japonesas de sucesso constava exatamente ao contrário: o uso de equipamento simples e flexível. Pode-se dizer que o que importava eram somente as características técnicas dos equipamentos. Hoje, além destas características, deve-se considerar diversos aspectos de produção como mão-de-obra, eficácia do planejamento e controle da produção, entre outros (ZACCARELLI, 1990).

A utilização do equipamento é um dos principais fatores pelos quais o controle da produção é responsável. Deve-se saber que a utilização da carga máxima ou ótima do equipamento pode ser somente obtida em detrimento da utilização da mão-de-obra e do capital; e encontrar o equilíbrio ótimo entre estes fatores é um dos problemas mais complexos da indústria. (BURBIDGE, 1988).

Assim, de acordo com ZEYHER (1974), o equipamento é uma área bem propícia à eliminação de atrasos de produção, sendo em algumas fábricas a maior fonte de problemas. Entretanto, tais atrasos dispendiosos poderão ser minimizados. Seguem-se alguns exemplos de demoras típicas causadas por máquinas

- paradas involuntárias de máquina;
- preparo de máquina;
- ferramental deficiente;
- avanços e velocidades de máquina;
- métodos ineficientes;
- manutenção descuidada;
- identificação e correção de falhas.

Segundo ZACCARELLI (1990), se a empresa tem a produção trabalhando a plena carga, é normal que ela tenha bons lucros por um prazo curto. Mas se essa produção, a plena carga perdurar por muitos meses, haverá falta de condições para existirem muitas ações típicas da estratégia da empresa como, por exemplo, o impedimento de:

- lançar novos produtos;
- corrigir ou consertar problemas eventuais na produção (como quebras de máquina, greves, ente outros)
- fazer manutenção preventiva;
- aumentar o nível de qualidade dos produtos;
- absorver novas tecnologias;
- reduzir custos de produção.

Assim, se os responsáveis pela produção souberem administrar com qualidade, valerá a pena ter uma pequena ociosidade na produção, para conseguir as vantagens mencionadas acima. Se, por outro lado, os administradores da produção não conseguirem tirar vantagem de um pequeno ocioso na fábrica, evidentemente será melhor que tenham carga plena na fábrica. Aliás, os administradores poderão preferir ter plena carga na fábrica, para não haver chance de ser testada sua capacidade de tirar vantagens da ociosidade (ZACCARELLI, 1990).

4.3.3.3 Pessoal

A mão-de-obra designa usualmente o trabalho manual dos operadores. Num enfoque mais abrangente, refere-se à totalidade dos recursos humanos de qualquer organização, em todos os níveis hierárquicos (MACEDO & POVOA, 1994)

A qualidade só pode ser alcançada com um pessoal treinado, responsável e motivado. Os recursos humanos têm uma relação direta com a produtividade, e por isso deve ser tratado como um componente comportamental / motivacional, diretamente ligado aos aspectos culturais (crenças e valores), que é decisivo no desempenho dos indivíduos dentro de uma organização.

4.3.3.4 Know-how

O know-how inclui a aquisição inicial do conhecimento e habilidade necessários, seguidos da educação permanentemente contínua. Esta última pode ser realizada por pesquisas internas, desenvolvimento e estudos, como também com a ajuda de fontes externas como instrutores, institutos, conferências e consultores (BARTOLOMEU, 1998).

4.3.3.5 Condições de trabalho

RAZERA (1994) cita que as condições de trabalho afetam a qualidade e a produtividade, independente da aplicação de programas e técnicas industriais modernas.

As condições de trabalho englobam tudo o que influencia o trabalhador. As características do ambiente físico como temperatura, ruídos, vibrações, iluminação, cores, gases, e higiene que envolvem o

homem durante o trabalho influenciam diretamente nas condições de trabalho (BARTOLOMEU, 1998).

4.3.4 Importância da Qualidade

A importância da qualidade é decorrente de sua profunda ligação com o objetivo básico de qualquer empresa. Analisando em seu contexto mais amplo, o objetivo de qualquer empresa é sobreviver. A única forma que a empresa dispõe, para tanto, é vender seus produtos (Figura 01), ou seja, mantendo sua faixa de atuação no mercado (PALADINI, 1990).

Portanto, a qualidade deve ser acompanhada de perto, avaliada, analisada, discutida e estudada. A má qualidade pode resultar da falta de controle; e muitos são os prejuízos como os custos de materiais perdidos, custos de operações que precisam ser refeitas, horas extras; custos com refugos, aumento desnecessário da produção devido às perdas, interrupções no ritmo de trabalho; insatisfação do pessoal, não cumprimento de prazos, entre outros (PALADINI, 1990).

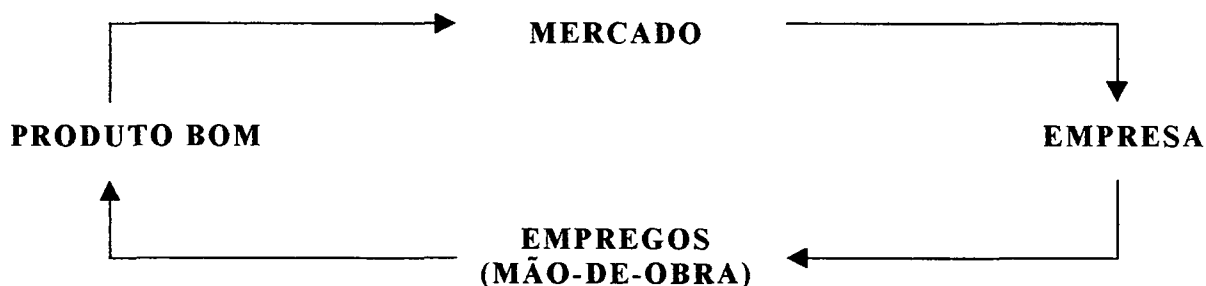


FIGURA 01 - A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE

Fonte: PALADINI, 1990

Por que administrar com Qualidade? A resposta imediata seria o retorno proporcionado: melhor imagem, mais clientes, mais economia, mais lucros. No entanto, uma administração voltada para a qualidade tem como ponto de partida princípios e crenças na valorização das pessoas e

do ambiente em que elas vivem. E necessita de objetivos claramente definidos e decodificados para a organização (BASTOS, 1999).

4.3.5 Controle da Qualidade

O Controle de Qualidade pode ser definido como sendo um sistema dinâmico e complexo, que abrange todos os setores da fábrica, de forma direta ou indireta, com o objetivo de melhorar a qualidade do produto final e manter essa melhoria, operando em níveis economicamente aceitáveis (PALADINI, 1990). Portanto, o objetivo do controle da qualidade na linha é fabricar produtos uniformes ajustando processos de acordo com informações obtidas a respeito de processos e/ou de produtos fabricados (BARTOLOMEU, 1998).

4.3.5.1 Vantagens do controle de qualidade

Na verdade, estas “vantagens esperadas” buscam melhorias no produto, serviços, atitudes, na produtividade, e observa-se que tais melhorias estão intimamente ligadas à obtenção de melhores níveis de qualidade. A partir da observação destas vantagens pode-se chegar a algumas conclusões interessantes:

- a) a qualidade reduz custos;
- b) qualidade gera mais qualidade (melhoria contínua);
- c) a qualidade torna o planejamento mais realista e eficiente;
- d) a qualidade identifica, seleciona e personaliza uma empresa.

4.3.6 Ferramentas da Qualidade

O conjunto da Qualidade envolve as ferramentas, que são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos,

formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade. Normalmente, cada ferramenta refere-se a uma área específica do projeto ou do funcionamento do Sistema da Qualidade, ou ainda, da avaliação de seu desempenho (PALADINI, 1994).

Nota-se nestas ferramentas a forte ênfase para o Controle da Qualidade, com ações mais voltadas para a avaliação da qualidade em processos e produtos. As ferramentas convencionais mais utilizadas são: diagrama causa-efeito, histograma, gráficos de controle, folha de verificação, gráfico de pareto, fluxograma e diagrama de dispersão.

Além das sete ferramentas tradicionais, a partir dos anos 70, houve o desenvolvimento de ferramentas alternativas que provavelmente tenha ocorrido quando a Sociedade para o Desenvolvimento da Qualidade tentou organizar as técnicas e metodologias que as empresas no Japão, Estados Unidos e Europa estavam desenvolvendo. Entre as novas ferramentas alternativas encontra-se o Planejamento de Experimentos.

4.3.6.1 Diagrama causa-efeito

O diagrama causa-efeito, também chamado “diagrama espinha de peixe” e “diagrama de Ishikawa”, devido à sua aparência, permite-nos mapear uma lista de fatores que julgamos afetar um problema ou um resultado desejado (SCHOLTES, 1992).

ISHIKAWA (1993) explica que o diagrama causa-efeito é um diagrama que mostra a relação entre uma característica de qualidade (efeito) e os seus fatores. Ressalta-se que o número de fatores (causas) pode ser muito elevado, quando se analisa um processo, por isso geralmente divide-se em famílias de causas que são chamados os 7 M's a saber: matérias-primas, máquinas, medidas, meio-ambiente, mão-de-obra, método e manutenção (KUME, 1993).

WERKEMA (1995) cita que frequentemente, o resultado de interesse do processo constitui um problema a ser solucionado, e então o diagrama causa-efeito é utilizado para sumarizar e apresentar as possíveis causas do problema considerado, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental deste problema e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas (Figura 02).

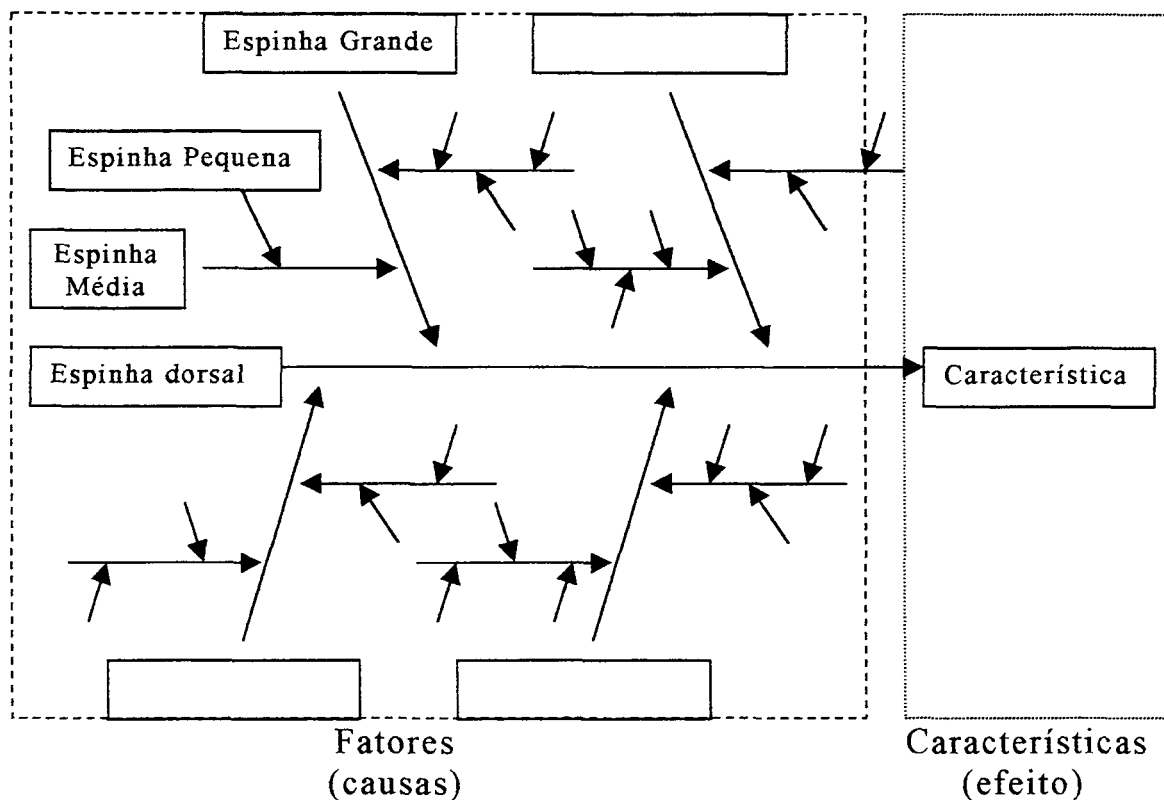


FIGURA 02: ESTRUTURA DO DIAGRAMA CAUSA-EFEITO

As principais contribuições do diagrama causa-efeito são as seguintes: é construído pelo intercâmbio entre os membros do grupo por ocasião de sua elaboração; ajuda a compreender melhor o processo de realização e todas as suas implicações; é um guia para a discussão, pois concentra a atenção de todos sobre o ponto em discussão; e finalmente, permite encontrar rapidamente as causas e os inconvenientes que estas ocasionam. Este diagrama somente será plenamente aproveitado se a distribuição das causas por categorias for bem estabelecida.

4.3.6.2 Folhas de verificação

As folhas de verificação são usadas para registrar dados e são usadas em todas as etapas de projeto que incluem coleta de dados (SCHOLTES, 1992). KUME (1993) cita que as principais finalidades destas folhas são facilitar a coleta de dados e organizar os dados simultaneamente à coleta, para que possam ser facilmente usados mais tarde.

4.3.6.3 Fluxogramas

Para SCHOLTES (1992), fluxogramas são figuras esquemáticas, com indicações passo a passo usadas para planejar etapas de um projeto ou descrever um processo que esteja sendo estudado. Como esboços de uma sequência de ações, oferece aos membros da equipe pontos de referência comuns e uma linguagem padrão para ser usada ao se conversar sobre um processo ou projeto existentes.

4.3.6.4 Planejamento de Experimentos

Para que um experimento possa ser realizado de forma eficiente, deve ser utilizada uma abordagem científica para o seu planejamento, de forma que dados apropriados sejam coletados em tempo e custos mínimos.

O Planejamento de Experimentos, segundo MACEDO & PÓVOA (1994), é um método estatístico para identificar, entre muitos fatores ou causas, os que mais influenciam um efeito. Compreende técnicas e mudanças de planejamentos, execução e análise de experiências envolvendo mudanças deliberadas nos fatores visando a melhoria de produtos e processos.

A utilização do Planejamento de Experimentos pode contribuir com o desenvolvimento industrial, pois otimiza a grandeza de interesse, determina os fatores influentes sobre essa grandeza, eventualmente suas interações e minimiza os efeitos da variabilidade sobre o desempenho de um processo ou de um produto, conforme escreve BONDUELLE (1997). Ainda, segundo este autor, os planejamentos de experimentos possuem como principais vantagens:

- diminuição do número de ensaios;
- permite um número considerável de fatores a serem estudados;
- detecta as interações entre os fatores;
- detecta os níveis ótimos;
- melhora a precisão dos resultados;
- otimiza os resultados.

Seu princípio básico permite variar de uma só vez todos os níveis de todas as variáveis, discretas ou contínuas (chamadas fatores), a cada experiência, de maneira programada e racional. Os planejamentos de experimentos permitem o estudo de numerosos fatores, mantendo-se o número de ensaios a níveis razoáveis, pois uma das suas aplicações principais está na procura de fatores influentes. O experimentador pode reduzir o tempo de trabalho, diminuindo o número de pontos de experiência por fator sem ser obrigado a limitar o número de fatores, como ocorre no método clássico de experimentação (GOUPY, 1996 citado por BONDUELLE, 1997).

Os projetos dos experimentos são flexíveis e podem ser adaptados a qualquer situação, de laboratórios a linhas de produção. Nos projetos mais comuns são testados 3 a 15 fatores, com 2 níveis cada um, mas o número de fatores ou de níveis pode exceder esta faixa. Após escolher os fatores e níveis, o experimentador seleciona um conjunto de seqüências experimentais. Cada seqüência é uma combinação específica dos fatores e níveis a serem testados (SCHOLTES, 1992).

4.4 PERDAS E DEFEITOS

A questão dos desperdícios neste final de século deverá passar para o conjunto de problemas prioritários de muitas sociedades. Como desperdício entende-se a perda a que a sociedade é submetida devido ao uso de recursos escassos. Esses recursos desperdiçados vão desde o material, mão-de-obra e energia perdidos, até a perda de horas de treinamento e aprendizado que a empresa e a sociedade perdem devido, por exemplo, a um acidente de trabalho (ROBLES, 1994).

Segundo ROBLES (1994), a eliminação dos desperdícios está intimamente associada à questão da Qualidade, através da redução dos desperdícios. A empresa pode gerar recursos para alavancar seu Sistema de Melhoria da Qualidade, evidentemente, o retorno do investimento em qualidade dar-se-ia primeiramente pela redução dos desperdícios, depois quando o sistema entrar em regime, os benefícios da Qualidade suplantariam por ampla margem os investimentos originais.

CROSBY (1991) estima que os desperdícios nas empresas industriais, em média, correspondem a 20% das vendas, enquanto nas prestadoras de serviços chegam a alcançar 40% dos gastos operacionais.

No caso do Brasil, a situação é mais preocupante, visto que a indústria, por vários motivos, como por exemplo, protecionismo e falta de competição em nível internacional, deixou de investir em novas tecnologias, agravando a questão da competitividade (ROBLES, 1994).

4.4.1 Tipos de perdas

SHINGO (1981) classifica as perdas em 7 tipos: superprodução, transporte, processamento, fabricação de produtos defeituosos, movimento, espera e estoque:

- a) as perdas por superprodução referem-se à produção de itens acima do necessário ou antecipadamente. Este tipo de perda deve ser eliminado completamente, necessitando-se para tanto do aprimoramento do processo, procurando-se obter um fluxo contínuo de materiais, e da redução dos tempos de preparação de equipamentos, conseguindo-se diminuir o tamanho dos lotes processados;
- b) perdas por transporte referem-se basicamente às atividades de movimentação de materiais, as quais usualmente não adicionam valor ao produto. Sua redução depende diretamente da reorganização física da fábrica, a qual deve ser conduzida de forma a reduzir ao mínimo possível as necessidades de movimentação de materiais;
- c) as perdas no processamento propriamente dito correspondem às atividades de transformação desnecessárias para que o produto adquira suas características básicas de qualidade. A eliminação pode ser atingida através de técnicas de análise do valor de produto e de processo;
- d) perdas por fabricação de produtos defeituosos, originam-se na confecção de itens fora das especificações de qualidade. O ataque a esta perda deve se embasar na confiabilidade do processo e na rápida detecção e solução de problemas;
- e) perdas no movimento relacionam-se à movimentação inútil na consecução das atividades, ou seja, à ineficiência da operação propriamente dita. A mensuração desta perda está ligada à obtenção de padrões de desempenho para as operações, e sua eliminação é conseguida com o estabelecimento dos padrões;
- f) perdas por espera são formadas pela capacidade ociosa, quer dizer, por trabalhadores e instalações parados, o que gera custos. Para se evitar esta perda, deve-se reduzir os tempos de preparação de máquinas, balancear a produção e aumentar a contabilidade do sistema;
- g) a existência de estoques gera as perdas por estoque, as quais geram custos financeiros para a manutenção dos estoques;

Na verdade, poder-se-ia acrescentar mais um tipo de perda: os desperdícios de matéria prima, isto é, matérias-primas despendidas de maneira anormal ou acima do estritamente necessário à confecção do produto.

4.4.2 A Necessidade da Mensuração das Perdas

Das informações necessárias para o efetivo auxílio ao controle e avaliação da empresa moderna, sem dúvida a mensuração das perdas e das atividades que não agregam valor aos produtos é das mais importantes, não sendo discutida em sua plenitude pelos usuários dos "novos" sistemas de custos. Com tal informação, é possível visualizar o montante despendido na produção que não colabora para a fabricação dos produtos, tendo condições de priorizar e dirigir esforços de melhoria aos locais onde existe maior potencial de retorno (BORNIA, 1995).

Taichi Olmo separa os movimentos dos trabalhadores em trabalho e perdas. O trabalho pode ser dividido em trabalho que agrega valor e trabalho que não agrega valor (ANTUNES, 1994).

4.4.3 Defeitos

Segundo PALADINI (1990), existem diversos modelos de classificação para os defeitos, sendo dois modelos os mais aceitáveis:

a) Quanto a ocorrência:

Os defeitos podem relacionar-se à área externa do produto e dizer respeito a acabamento, aparência e formas de apresentação.

Por outro lado, os defeitos podem estar relacionados ao funcionamento do produto. Neste caso, afetam o produto porque se

relacionam as características de qualidade vitais para que o produto possa desempenhar a sua função essencial.

Considera-se, em geral, que os defeitos relacionados ao funcionamento mais graves do que aqueles classificados como o de área externa, com exceção de artigos onde o acabamento é essencial.

b) Quanto a natureza:

Outra classificação que pode ser utilizada é a que analisa a natureza do defeito. Três categorias são identificadas aqui:

- defeitos críticos: são defeitos associados à função essencial do produto, que impedem sua utilização efetiva, seu uso básico, e inviabilizam seu emprego para aquilo a que se propõe o produto.

- defeitos maiores: são defeitos que não impedem a utilização efetiva do produto em dado momento, mas tendem, a curto ou médio prazo, inviabilizar esta utilização, ou seja, são defeitos que comprometem a vida útil do produto. São classificados nesta categoria, ainda, defeitos que atingem a eficiência do produto, reduzindo sua capacidade de operação ou provocando custos mais altos que os usuais devido aos problemas que acarretam ao seu funcionamento normal.

- defeitos menores: são defeitos que não chegam a provocar alterações substanciais na função essencial do produto, mas podem ser atribuídos a imperfeições no acabamento do produto.

4.5 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS

Gerenciamento de Processos é uma metodologia sistemática desenvolvida para auxiliar a realizar melhorias significativas no modo como o processo é operacionalizado (CORAL, 1996). Segundo a IBM citado por VIERA (1995), Gerenciamento de Processos é o conjunto de pessoas, equipamentos, informações, energia, procedimentos e materiais

relacionados por meio de atividades para produzir resultados específicos, com base nas necessidades e desejos dos consumidores. Tudo isto com compromisso contínuo e incessante que promove o aperfeiçoamento da empresa, trabalhando com atividades que agregam valor ao produto.

A metodologia do gerenciamento de processos segundo alguns autores como CLEMER (1994), MILLER (1994), DAVENPORT (1994), sofre variações, mas pode ser descrita de forma geral segundo a proposta de HARRINGTON (1991), mostrada na figura 03.

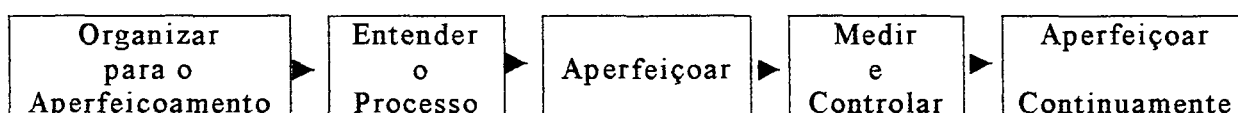


FIGURA 03 - FASES DO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS

4.5.1 Metodologia Básica do Gerenciamento de Processos

4.5.1.1 Organizar para o aperfeiçoamento

Esta fase consiste do levantamento de informações sobre a empresa: suas estratégias, seus objetivos, atuais programas de qualidade, políticas, fatias de mercado, planos para o futuro, necessidades de melhoria, pontos fortes e fracos (CORAL, 1996).

Então, escolhem-se vários processos críticos e, para cada processo, designa-se um dono do processo. Porém ele deve ter a responsabilidade e total autoridade sobre os resultados deste processo (VIERA, 1995).

4.5.1.2 Entender o processo

Os benefícios de um novo procedimento serão visualizados na fase de compreensão de um processo já existente (OSTRENGA, 1993).

Portanto, antes de lançar um empreendimento, é muito importante entendê-lo em profundidade, sem se precipitar para chegar à fase de implementação, pois segundo HARRINGTON (1993) "quanto mais nós entendemos os processos, mais capazes nos tornamos de aperfeiçoá-los".

Segundo HARRINGTON (1993) um requisito fundamental para entender o processo é compreender claramente as características de processo como fluxo, eficiência, tempo de ciclo e custo total.

4.5.1.3 Aperfeiçoar

Aperfeiçoamento significa eliminar do trabalho as atividades sem sentido, bem como remover os obstáculos ao bom desempenho, afastar a frustração existente, realizar o trabalho de forma mais fácil e eficiente, com menos erros e também entender melhor o processo e seus resultados. Segundo HARRINGTON (1993) nesta fase consegue-se, "aperfeiçoar a eficiência, a eficácia e a adaptabilidade dos processos empresariais", ou seja, aqui se materializa o melhoramento do processo propriamente dito.

É importante agilizar o processo de forma dinâmica. Assim, obtém-se um melhor desempenho da organização e atingem-se com menor resistência as metas propostas para o melhoramento (VIERA, 1995).

4.5.1.4 Medir e controlar

Medidas são pontos-chave. Se não podemos medir, não podemos controlar. Se não podemos controlar, não podemos gerenciar. Se não podemos gerenciar, não podemos melhorar (HARRINGTON, 1991 citado por CORAL, 1996).

Assim, as medições são críticas por que através delas chega-se a: entender o que está acontecendo, avaliar as necessidades de mudança, assegurar que os ganhos realizados não sejam perdidos, corrigir

situações fora de controle, estabelecer prioridades, determinar quando providenciar treinamento adicional, planejar para atender novas expectativas do cliente, e estabelecer cronogramas (VIERA, 1995).

4.5.1.5 Aperfeiçoar continuamente

Segundo HARRINGTON (1993), uma das melhores oportunidades atuais para diminuir o desperdício e aumentar a satisfação do cliente é melhorar continuamente nossos processos empresariais.

Mesmo que os processos tenham se tornado melhores, ou que os produtos e serviços sejam ótimos, nunca se deve parar de melhorar.

Neste contexto, SCHAFFER & THOMPSON (1992) sugerem programas centrados em resultados de curto prazo, onde objetivos devem ser atingidos em poucas semanas ou meses e que motivarão os empregados, pois estes experimentarão o sucesso do programa. Pequenas mudanças a curto prazo devem levar a grandes mudanças a longo prazo. Por isso, o gerenciamento de processos é um ciclo infinito de esforço coletivo para a melhoria contínua.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O trabalho foi realizado em uma empresa situada no município de Três Barras –SC., o qual segundo a SECRETARIA DE ESTADO (1995), possui uma área de 419,1 km², altitude de 802 m, 26°06'23" latitude sul, 50°19'20" longitude oeste, e distante 391 km da capital Florianópolis.

A Indústria estudada foi a Fornecedora e Exportadora de Madeiras FOREX S.A., que está no mercado há 48 anos, dedicando-se principalmente à exportação de madeiras.

A empresa possui atualmente três parques fabris alocados em Curitiba, Três Barras e Santarém, além de reflorestamentos na região de Três Barras, com cerca de 1 milhão de árvores de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*.

5.2 O PROCESSO

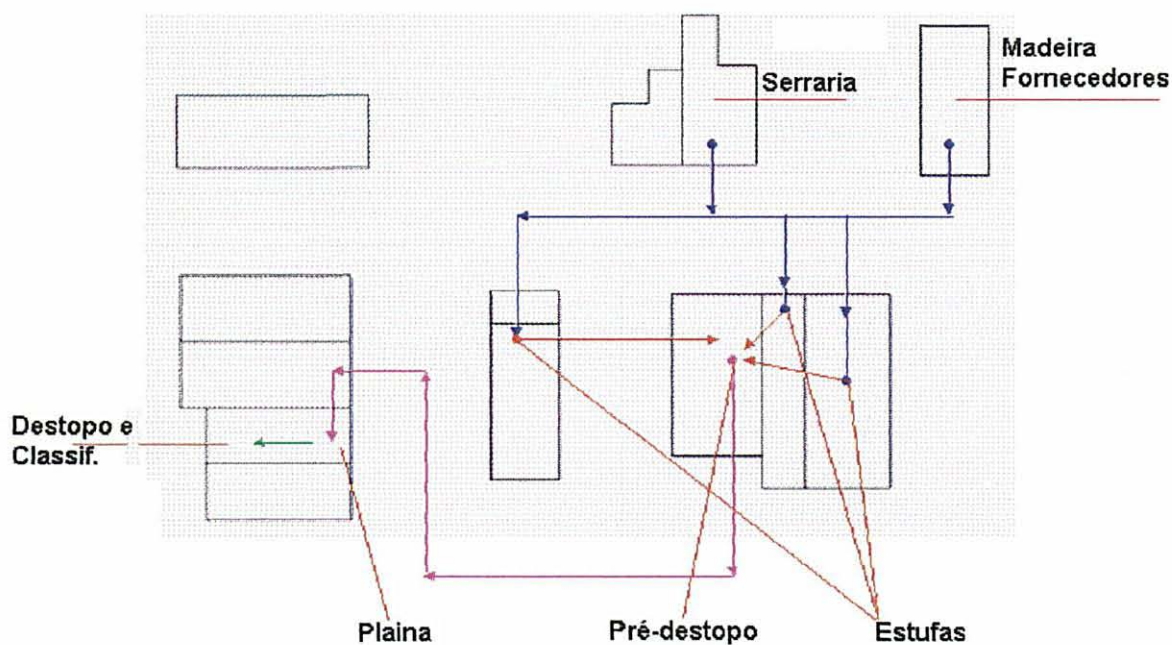
5.2.1 Atividades Externas ao Setor de *Clear Blocks*

A madeira utilizada no processo de fabricação de *Clear Blocks* é proveniente de reflorestamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, os quais são pertencentes a empresa ou de terceiros.

O fluxo de materiais dentro da área industrial até a chegada das peças de madeira serrada no setor de *Clear Blocks* está descrito a seguir, conforme o fluxograma das atividades ilustrado na figura 04.

a) Estocagem das toras: após a etapa de extração e transporte florestal, as toras são estocadas ao ar livre nas dependências da empresa por um

período aproximado de 5 dias. Este estoque é regulador, permitindo uma rotação, e não deixando a serraria sem madeira para beneficiar.

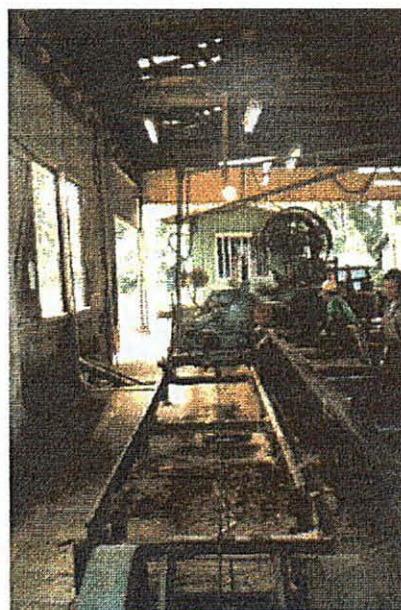


LEGENDA:

- Madeira Verde - segue para as estufas;
- Madeira Seca - segue para o pré-destopo;
- Madeira Pré-destopada - segue para a plaina;
- Madeira aplainada - segue para destopo, classificação caixas

FIGURA 04 - FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES EXTERNAS
AO SETOR DE *Clear Blocks*

b) Processo de serragem: compreende duas atividades básicas: passagem das toras pela serra-fita (Figura 05A), onde as toras são desdobradas em pranchões com espessuras pré-determinadas; e por uma circular (Figura 05B) que transforma os pranchões em diversas peças com larguras pré-determinadas.



(A)



(B)

FIGURA 05 - DESDOBRO PRIMÁRIO: SERRA-FITA (A) E CIRCULAR (B)

As larguras e espessuras trabalhadas na empresa para a produção de *Clear Blocks* estão descritas no quadro 04, onde se visualiza a largura após a serragem (madeira verde); após o processo de secagem, onde as peças sofrem o processo de contração; e as dimensões da madeira acabada, após aplainamento e eventualmente o refilo.

QUADRO 04 - LARGURAS E ESPESSURAS TRABALHADAS PELA EMPRESA

Verde em mm		Seca em mm		Acabada em mm	
Largura	Espessura	Largura	Espessura	Largura	Espessura
153	50	144	45	137	40
139	50	131	45	124	40
133	50	125	45	118	40
125	50	119	45	112	40
105	50	100	45	92	40
97	50	93	45	86	40
92	50	87	45	80	40
85	50	80	45	73	40
78	50	75	45	67	40
71	50	67	45	61	40
64	50	60	45	54	40

c) Secagem da madeira: após o desdobro das toras na serraria e/ou a incorporação da madeira de terceiros no processo, realiza-se a etapa mais complexa e onerosa de qualquer atividade madeireira, a “Secagem da Madeira”. A secagem é feita em estufas a vapor, durante aproximadamente 130 horas, atingindo 8 a 12% de umidade final. Após a secagem, as peças são armazenadas em um galpão para ocorrer o acondicionamento.

d) Pré-destopo: é o processo de corte da madeira, com a finalidade de diminuir os defeitos de secagem (empenamento, encanoamento e arqueamento) para evitar problemas nas operações posteriores como aplainamento e refilo.

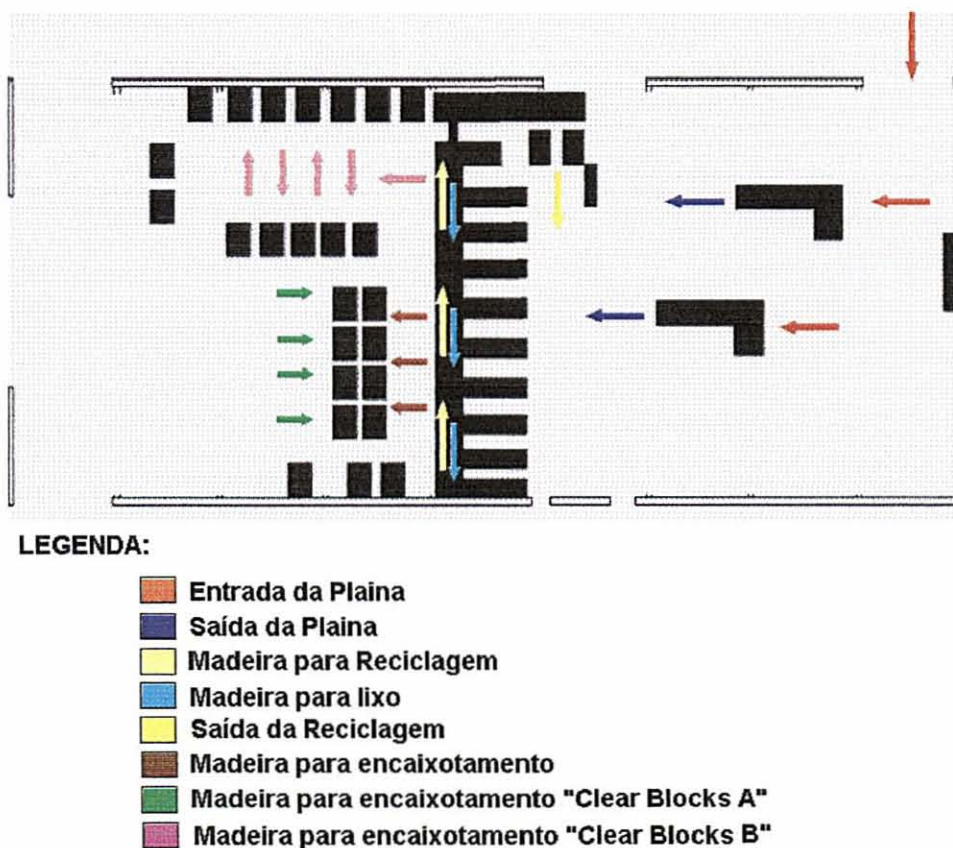


FIGURA 06 - LAY-OUT E FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES INTERNAS AO SETOR DE *Clear Blocks*.

5.2.2 Atividades Internas ao setor de *Clear Blocks*

A figura 06 apresenta o *lay-out* e o fluxograma do setor, onde pode-se observar a disposição das máquinas e o fluxo de materiais dentro do setor de *Clear Blocks*. Todas as atividades desenvolvidas no setor estão descritas abaixo.

a) Aplainamento: o setor conta com duas plainas que visam a calibração das peças de madeira em largura e espessura, retirando as sobremedidas inerentes e não inerentes ao processo.

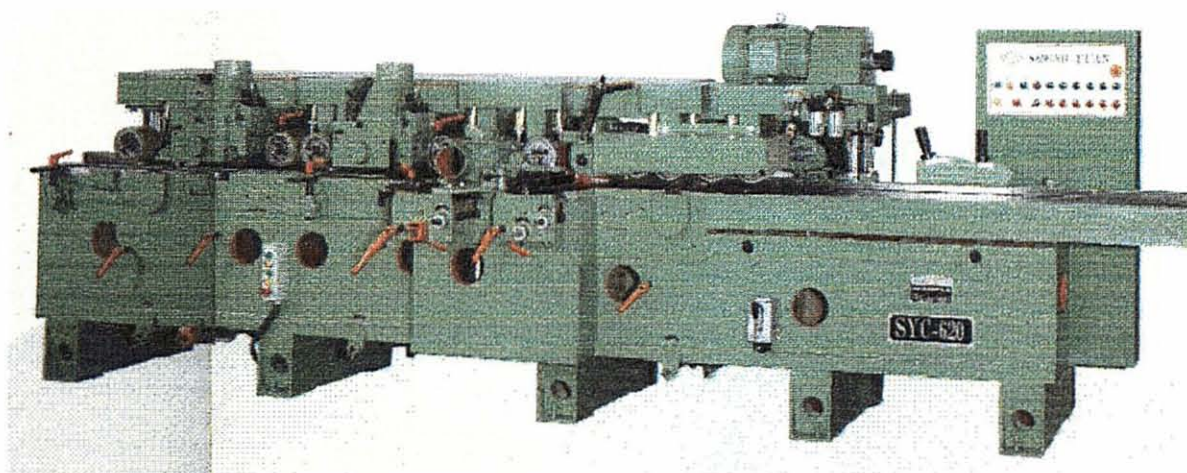


FIGURA 07 - PLAINA UTILIZADA NO PROCESSO.

Fonte: Catálogo Sheng Yuan Woodwork Machinery

As plainas utilizadas são chinesas modelo Sheng Yuan – 620 SYC (Figura 07), com capacidade de produção de 15000 e 18000 m lineares/dia.

b) Destopo: o objetivo desta atividade é a eliminação de defeitos naturais da madeira e os causados pelas operações anteriores, através do corte transversal das peças. O setor conta com 10 destopadeiras (Figura

08), sendo sete trabalhando em fluxo contínuo com as plainas, uma de reserva e duas que trabalham somente na operação de retrabalho.

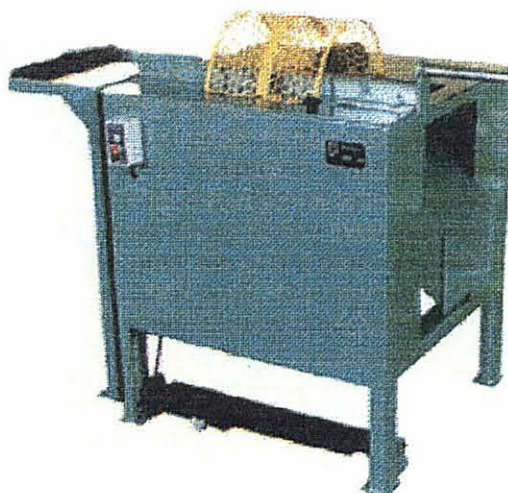


FIGURA 08 - MODELO DE UMA DAS DESTOPADEIRAS

Fonte: Catálogo Mendes e Cia Ltda

c) Controle na mesa de classificação: as peças são separadas em bitolas (larguras) homogêneas, em *Clear Blocks* A e B, retrabalho e rejeitos. Após a classificação, os funcionários levam as peças de qualidade A e B para o encaixotamento, sendo as demais conduzidas às operações de retrabalho. A denominação dos defeitos nas peças de madeira está baseada na Norma de Madeira Serrada de Coníferas Provenientes de Reflorestamento, para uso geral - TB-397 (ABPM).

As classes de qualidade utilizadas na empresa são as seguintes:

- *Clear Blocks* A: nesta categoria estão incluídas peças de madeira totalmente livre de defeitos;

- *Clear Blocks* B: peças que admitem defeitos pouco significativos e toleráveis como azulamento, medula superficial, marca de plaina, bolsa de resina, entre outras;

- retrabalho: peças que possuem defeitos passíveis de eliminação através da diminuição da largura, como por exemplo: largura 92 mm que

após o retrabalho onde é o defeito é eliminado, pode ser utilizada na largura 67 mm ou 48 mm, dependendo da extensão do defeito.

- rejeitos: peças de madeira com comprimento insuficiente, ou com defeitos significativos (Ex: nós) que inviabilizam as suas utilizações. Estas são utilizadas na caldeiras para geração de energia.

d) Refiladeira de retrabalho: são em número de duas, sendo que nestes equipamentos as peças são refiladas com o intuito de reduzir a largura, aumentando o aproveitamento das peças e reduzindo as perdas (Figura 09). Após a passagem pela refiladeira múltipla, as peças seguem para a destopadeira de retrabalho e para a classificação.



FIGURA 09 - SERRA CIRCULAR REAPROVEITADORA

Fonte: Catálogo Mendes e Cia Ltda

e) Encaixotamento: para esta atividade foram construídos vários módulos de madeira que atuam como uma forma (Figura 10). Cada módulo consiste de 3 lados de madeira com altura de 1,20 m e largura de 1m. Além das laterais, tem-se um *pallet* de madeira de 1 X 1m recoberto por plástico onde as peças são depositadas.

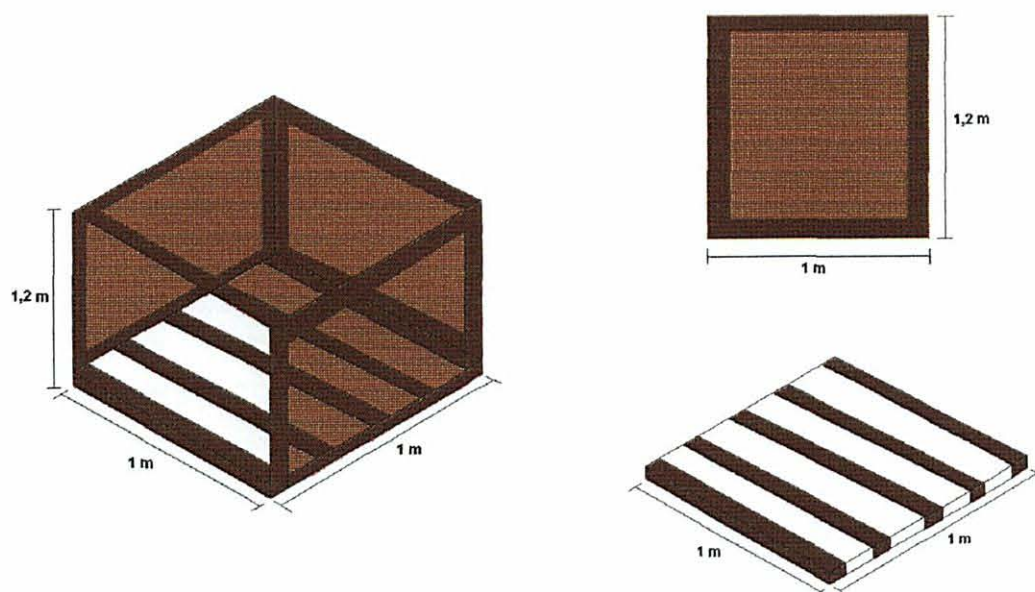


FIGURA 10 - MÓDULO PARA ENCAIXOTAMENTO

f) Embalagem: esta operação é feita manualmente por dois funcionários, que utilizam basicamente plástico transparente com elasticidade e fitas plásticas como materiais.

g) Armazenamento: as caixas embaladas são armazenadas no setor conforme bitola e classe de qualidade (A ou B), permanecendo neste local por um curto período devido à continuidade do processo.

5.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A implantação do experimento foi dividida em duas etapas principais: estudo de rendimento e perda de matéria-prima, e o estudo das paradas de máquinas.

5.3.1 Estudo do Rendimento e Perda de Matéria-Prima

5.3.1.1 Seleção das variáveis

As variáveis selecionadas para o estudo são fornecedor, bitola e destopadeira, sendo as três de fundamental importância e apresentando diferenças perceptíveis visualmente, mas para tais afirmações necessita-se de um estudo comparativo de rendimento, perdas e paradas visando à redução de desperdícios e a melhoria do processo produtivo.

a) Seleção dos fornecedores

No presente estudo, procurou-se comparar o fornecedor Interno (serraria da empresa), que apresenta uma qualidade de madeira inferior aos demais, mas em contrapartida, possui um custo inferior; com um fornecedor que apresentasse uma melhor qualidade de madeira (poucos defeitos, conseqüentemente, maior rendimento), mesmo com um preço mais elevado, deste modo selecionou-se um fornecedor denominado Externo.

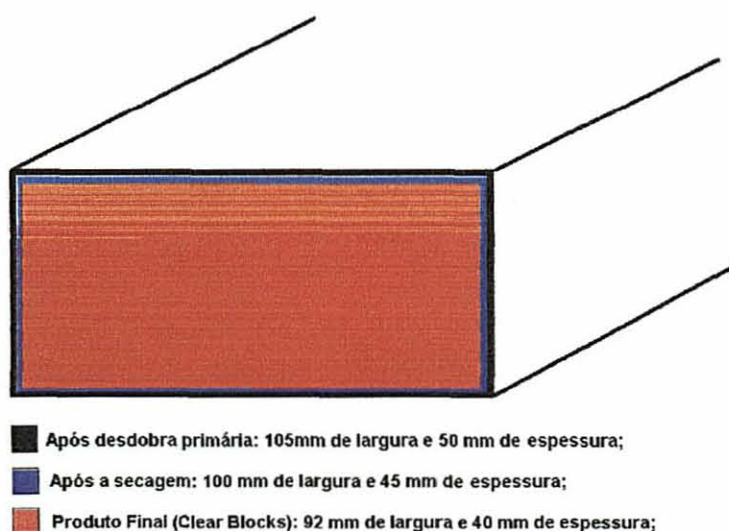


FIGURA 11 - BITOLA 92 mm, ESPESSURA DE 40 mm EM CADA ETAPA DO PROCESSO PRODUTIVO

b) Seleção das bitolas

As larguras (bitolas) utilizadas na produção de *Clear Blocks*, variam de empresa para empresa, conforme a necessidade do mercado e a potencialidade da empresa beneficiadora. A empresa estudada, trabalha com 11 bitolas, sendo as bitolas 92 mm (Figura 11) e 67 mm as mais produzidas, devido a demanda do mercado internacional. Tendo em vista esta informação e a falta de dados confiáveis referentes ao rendimento e perdas em ambas as larguras, selecionou-se as mesmas para o estudo.

c) Seleção das destopadeiras

Como visto anteriormente, o processo é composto principalmente por duas plainas e 7 destopadeiras. Com relação às plainas, sabe-se que apresentam capacidade de produção semelhantes, necessitando apenas a obtenção de dados referentes às paradas; portanto utilizou-se durante a coleta de dados somente uma das plainas, cuja capacidade produtiva é de 18000 metros lineares / dia.



(A)



(B)

FIGURA 12 – DESTOPADEIRA DE BAIXO PARA CIMA (A)
DESTOPADEIRA DE CIMA PARA BAIXO (B)

Já as destopadeiras, tem-se três trabalhando com corte no sentido inferior – superior e as demais com sentido oposto, necessitando de uma análise para verificação da eficiência das máquinas e dos funcionários.

Assim sendo, selecionou-se a destopadeira 1 que corta no sentido inferior – superior (Figura 12A) e a destopadeira 4 que destopa no sentido oposto (Figura 12B). Durante a coleta de dados trabalhou-se com os mesmos funcionários das máquinas, evitando assim, diferenças com relação a mão-de-obra.

O número de funcionários nas máquinas utilizadas no trabalho é:

- plaina: 2 funcionários na entrada e 2 na saída da máquina;
- destopadeira: somente 1 funcionário em ambas as destopadeiras;
- retrabalho: somente 1 funcionário na entrada da máquina;

5.3.1.2 Determinação do delineamento estatístico

Com o conhecimento prévio do setor, seleção das variáveis a serem estudadas, consultas a estatísticos, chegou-se ao delineamento que melhor se adapta ao estudo, que é o Delineamento Inteiramente Casualizado com Arranjo Fatorial (três fatores, cada um com duas variações ou dois níveis), através do qual pode-se verificar os efeitos não somente das variáveis isoladas, mas também das suas interações.

QUADRO 05 - COMBINAÇÕES DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS

Fornecedor	Bitola (largura)	Destopadeira
Interno	92 mm	Sentido baixo para cima
Interno	67 mm	Sentido baixo para cima
Externo	92 mm	Sentido baixo para cima
Externo	67 mm	Sentido baixo para cima
Interno	92 mm	Sentido cima para baixo
Interno	67 mm	Sentido cima para baixo
Externo	92 mm	Sentido cima para baixo
Externo	67 mm	Sentido cima para baixo

Para o cálculo do número de experimentos a serem analisados, empregou-se a fórmula 2^k , na qual “k” corresponde ao número de fatores (destopadeira, bitola e fornecedor) selecionados e o número dois ao número de níveis; chegando-se a 8 tratamentos que estão descritos no quadro 05.

Em virtude do tempo despendido para cada experimento e a pouca variação entre eles (segundo amostras piloto), adotou-se 3 repetições para cada experimento, totalizando 24 amostras.

5.3.1.3 Coleta de dados

A obtenção dos dados referentes a esta etapa foi baseada na medição das peças (comprimento, largura e espessura) em todas as etapas do processo; para este trabalho foi elaborada uma planilha de anotações. A metodologia empregada nesta etapa está descrita de forma detalhada abaixo.

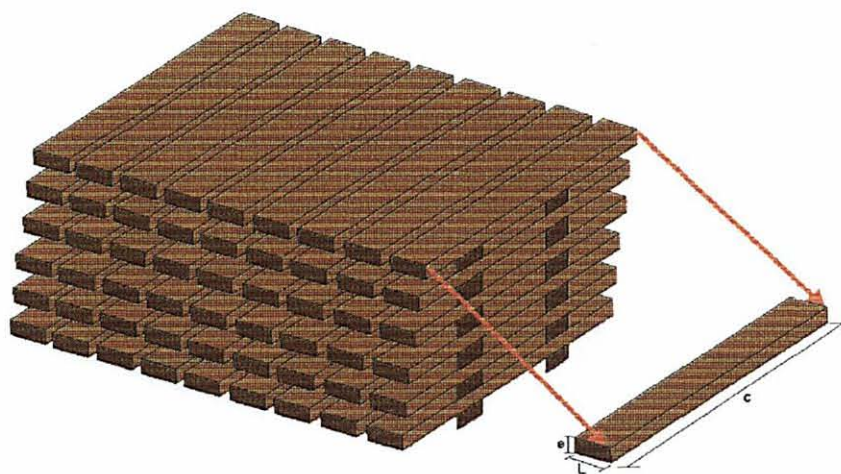


FIGURA 13 - PILHA DE MADEIRA MEDIDA

a) Medição das peças na entrada no setor

Na etapa de secagem dentro das estufas, as pilhas de madeira contêm peças com bitolas e fornecedores misturados; após a secagem e o

aparelhamento as pilhas são levadas para o pré-destopo, e, nesta fase, com auxílio dos funcionários, consegue-se separar as pilhas de forma homogênea.

Posteriormente a chegada da madeira no setor, mediu-se todas as peças da pilha com auxílio de um paquímetro e uma trena (Figura 13). Assim, tem-se o volume de cada peça de madeira e o volume do lote (pilha) de madeira antes da entrada no processo.

b) Medição das peças após etapa de aplainamento / refilo

Na plaina, as peças de madeira têm a sua largura e espessura diminuídas com a retirada da sobremedida para a calibração da peça.

Portanto, conhecendo-se o comprimento da peça na entrada no processo (primeira medição), que não é alterado nesta etapa, e as dimensões em largura e espessura que elas devem ficar, sabe-se o volume de cada peça e do lote após o aplainamento, além da perda de matéria-prima na primeira etapa de produção no setor.

c) Medição das peças após o destopo e classificação

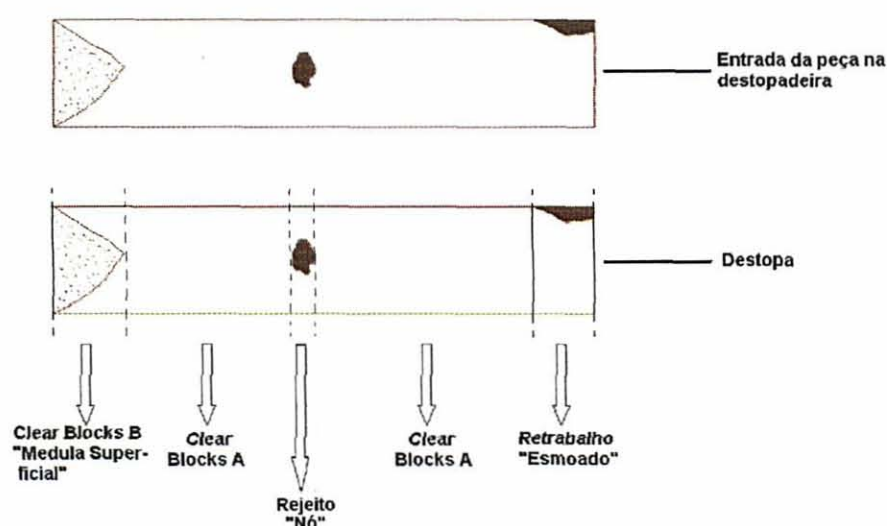


FIGURA 14 - CROQUI DE UMA PEÇA DE MADEIRA APLAINADA DURANTE A FASE DE DESTOPO

Na classificação, o funcionário separa as peças destinadas à Classe A, B e ao retrabalho e as rejeitadas (Figura 14), às quais são mensuradas para a determinação do volume das peças que compõem cada classe de qualidade. Com essa mensuração, tem-se ainda a porcentagem de rejeitos (perdas) durante esta operação.

Após a medição, as peças de *Clear Blocks* A e B são levadas para o encaixotamento, e as destinadas ao retrabalho para a refiladeira, onde são reaproveitadas e continuam sendo acompanhadas para a finalização do estudo do lote.

d) Medições das peças após o retrabalho

Após o reaproveitamento na refiladeira, destopadeira e na nova classificação, as peças são medidas novamente, tendo-se assim o volume das peças provenientes do retrabalho, além das perdas de madeira na operação. Caso, as peças tenham que ser retrabalhadas novamente, continuou-se acompanhando o seu curso no processo.

Após a obtenção dos volumes, os mesmos foram colocados em uma planilha, a qual mostra o rendimento em cada etapa do processo.

5.3.2 Estudo de Parada de Máquinas

Além das perdas de matéria-prima durante o beneficiamento das peças de *Clear Blocks*, verifica-se grandes perdas de produção devido as paradas realizadas pelos funcionários, seja devido a problemas relacionados às máquinas ou ao próprio funcionário.

5.3.2.1 Seleção das máquinas a serem analisadas

Em virtude do número de máquinas ser pequeno, analisou-se todas as máquinas que trabalham diretamente no processo (plainas e

destopadeiras). Deste modo, pode-se obter uma comparação entre as duas plainas, uma produzindo 15.000 metros lineares / dia e a outra 18.000 metros lineares / dia; chegando-se a resultados com relação a paradas como: qual apresenta menos tempo parado, qual demora mais para ser calibrada quando a bitola é trocada, entre outros.

Com relação à análise de todas as destopadeiras, pode-se evidenciar a diferença entre os dois modelos de destopadeira; comparar a produção dos funcionários, pois sempre operam a mesma máquina; checar a performance da máquina como: se ocorrem paradas frequentes devido a problemas mecânicos.

5.3.2.2 Coleta de dados

A quantificação dos dados referentes às paradas das máquinas foi realizada de forma aleatória em cada equipamento que compõe o processo, com auxílio de uma planilha.

Coletou-se 10 amostras de 1 hora de duração em cada equipamento em dias alternados, pois ocorrem diferenças de produção devido à matéria-prima processada, estado físico e emocional dos funcionários, estado da máquina, entre outros. Em cada amostra foi determinado o tempo e analisadas as causas das paradas durante o período da amostragem.

5.4 CÁLCULO DOS RENDIMENTOS E PERDAS NO PROCESSO

5.4.1 Rendimento Volumétrico Total de Matéria-Prima Expresso em Percentual (%)

O rendimento total de matéria-prima indica a porcentagem de matéria-prima aproveitada no beneficiamento das peças de *Clear Blocks*,

desde a entrada das peças de madeira serrada no setor até o produto final.

A obtenção do rendimento total de matéria-prima em termos percentuais foi obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{Rend. Total (\%)} = \frac{\text{Volume final} \times 100}{\text{Volume inicial}}$$

onde:

Rend. Total: rendimento total de matéria-prima expresso em porcentagem

Volume inicial: somatório dos volumes das peças de madeira serrada que compõem o lote inicial

Volume final: somatório do volume das peças que foram produzidas (*Clear Blocks* A e B provenientes da destopadeira e do retrabalho).

5.4.2 Rendimento Financeiro Total de Matéria-Prima Expresso em R\$/m³

A análise em termos de volume de madeira é fundamental, mas como em qualquer empreendimento, o fator financeiro sempre é o ponto principal.

O ponto de partida para a análise financeira foi a obtenção dos dados referentes a custo da matéria-prima colocada no setor, custo de produção e custo do retrabalho; e a partir deles pode-se obter a margem de lucro alcançada em cada bitola, classe de qualidade e fornecedor (Quadro 06).

Para a realização da análise financeira, separou-se as peças por classe de qualidade, bitola e fornecedor. Após a separação, multiplicou-se a porcentagem encontrada em cada classe pela margem de lucro que ela apresenta, obtendo-se assim, a margem de lucro em cada

classificação separadamente. Os valores correspondentes ao retrabalho são obtidos pelo somatório da lucratividade das suas peças.

QUADRO 06 - CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA E DE PRODUÇÃO
DE *Clear Blocks*

Bitola (mm)	Classe de Qualidade	Custo Mat.-prima (R\$/m ³)		Custo de Produção (R\$/m ³)	Custo Total (R\$/m ³)		Preço Venda (R\$/m ³)	Margem de lucro (R\$/m ³)	
		Int	Ext		Int	Ext		Int	Ext
92/ 67	A	225	290	80	305	370	460	155	90
92/67	B	225	290	80	305	370	380	75	10
Retrabalho									
86/67	A	225	290	90	315	380	460	145	80
86/67	B	225	290	90	315	380	380	65	00
48	A	225	290	90	315	380	340	25	-40
48	B	225	290	90	315	380	340	25	-40

Posteriormente, na etapa da análise estatística, considera-se para efeito de cálculo somente a lucratividade financeira encontrada para 1 m³ de madeira serrada processada.

5.4.3 Análise do Rendimento por Classe de Qualidade

Na obtenção do rendimento total, tanto em percentagem como em moeda, faz-se o somatório de todas as classes de qualidade: *Clear Blocks* A, B e as provenientes do retrabalho. A análise de cada classe de qualidade, analisa-se cada uma separadamente. Assim, pode-se verificar o quanto cada classe de qualidade gera em termos percentuais e financeiros.

Os resultados de rendimento total e por classe de qualidade A e B em termos percentuais foram comparados com uma empresa do mesmo setor, denominada neste estudo como Empresa W. Esta empresa, apesar de beneficiar somente a bitola 124 mm sem reaproveitamento, serve como uma base de comparação dos resultados, demonstrando a eficiência

do processo de *Clear Blocks* da empresa estudada. O resumo dos rendimentos desta empresa estão descritos no Anexo 1.

5.4.4 Análise das Perdas em cada Etapa do Processo

Esta análise foi realizada na plaina, nas duas destopadeiras que foram utilizadas no processamento da madeira e na refiladeira reaproveitadora. Para uma melhor compreensão do cálculo, elaborou-se duas fórmulas que demonstram a maneira que as perdas foram obtidas, tanto e em volume quanto em percentagem em cada etapa do processo.

$$\text{Perda (m}^3\text{)} = \text{Volume entrada} - \text{Volume saída}$$

$$\text{Perda (\%)} = \frac{\text{Perda (m}^3\text{)} \times 100}{\text{Volume entrada}}$$

onde:

Perda perda de matéria-prima em cada etapa do processo expresso em volume de madeira ou em porcentagem;

Volume entrada: volume de madeira antes da passagem da madeira pela máquina;

Volume saída: volume de madeira beneficiado pela máquina;

5.4.5 Análise da Sobremedida

No beneficiamento das peças de *Clear Blocks*, tem-se dois tipos de sobremedida: a inerente e a não-inerente ao processo.

A sobremedida inerente ao processo é obtida pela experiências de calibração das peças na plaina, como uma peça para ser beneficiada com 92 mm, precisa entrar no processo com 100 mm, sendo a diferença entre estas dimensões a característica deste tipo de sobremedida. O cálculo

desta sobremedida é realizado somente com a diferença entre as metas das dimensões em largura e espessura na entrada e saída da plaina.

Já o excesso em largura e espessura, além do permitido, define a sobremedida exagerada, como por exemplo, uma peças que deveria entrar no processo com 100 mm e na realidade entra com 105 mm, estes cinco milímetros determinam a sobremedida exagerada. O cálculo desta sobremedida é feito através da diferença do volume real e o volume obtido com as dimensões (largura e espessura) desejáveis pela empresa.

5.4.6 Análise Estatística em Termos Percentuais e Financeiros

Após a coleta de dados, cálculo dos rendimentos e perdas para cada repetição, passa-se para a análise estatística que visa à apresentação tabular ou gráfica dos resultados da observação de fenômenos, neste caso, rendimentos e perdas.

A análise dos resultados foi realizada em duas partes:

- a) Análise da Variância Multifatorial e Teste de Tukey
- b) Planejamento de Experimentos.

5.4.6.1 Análise da Variância e Teste de Tukey

A análise estatística foi realizada em um software que possui entre as suas várias especificações, a Análise Estatística Multifatorial, a qual foi utilizado neste trabalho (2 níveis e 3 fatores) dando origem a Análise da Variância e ao Teste de Tukey a um nível de 5% de significância.

A Análise da Variância a 5% de significância foi realizada para testar a hipótese de que as médias das duas populações são iguais ou diferentes, quando as populações são normalmente distribuídas com variância igual.

No caso de um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, faz-se necessário montar uma matriz onde se encontram as variáveis destopadeira, bitola e fornecedor (Anexo 2.1) e sua resposta ou o valor encontrado para um dado estudo, como por exemplo, rendimento total em porcentagem e em moeda, entre outros (Anexo 2.2 à 2.5). Após a montagem da matriz, transcreveu-se os dados para o programa estatístico, que gerou o Quadro de ANOVA (Análise da Variância).

A causa ou fonte da variação são as variáveis ou fatores estudados (destopadeira, bitola e fornecedor) e suas respectivas interações. Nos fatores estão embutidos os níveis (Ex: bitola 67 mm e 92 mm), os quais são analisados para a verificação se há diferença estatística entre eles.

Quando se verifica a diferença no fator, porém não se pode identificar o melhor nível, aplica-se o Teste de Tukey com 5% de significância para se evidenciar a superioridade de um ou outro nível.

O programa estatístico utilizado permite a realização direta do Teste de Tukey, somente quando se trabalha com um fator separado e não quando se utiliza as interações. Para a verificação de qual a melhor interação, se faz necessário a elaboração de um novo Quadro de Anova, utilizando uma nova matriz (Anexo 2.6), com a mesma resposta em que foi verificado a diferença significativa.

5.4.6.2 Planejamento de Experimentos

O emprego do planejamento de experimentos, neste estudo, tem a finalidade de mostrar que é uma ferramenta mais simples, prática, útil (pois estuda as variáveis e suas interações) do que as análises estatísticas convencionais, fornecendo os mesmos resultados, ou seja, com a mesma confiabilidade.

Como neste estudo trabalhou-se com a Análise da Variância (Método Convencional), onde foram feitas todas as discussões; no

planejamento de experimentos fez-se apenas o levantamento dos efeitos e de qual o melhor nível de cada variável estudada, não necessitando de discussões mais prolongadas.

A metodologia do planejamento de experimento foi utilizada para analisar os seguintes estudos, tanto em termos percentuais como em termos financeiros:

- rendimento total de matéria-prima no processo;
- rendimento de matéria-prima por classe de qualidade (*Clear Blocks* A, B e proveniente do retrabalho).

QUADRO 07 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS

Experi- mentos	Média	Dest. Fator 1	Bitol Fator 2	Fornec Fator 3	Inter 12	Inter 13	Inter 23	Inter 123	Res- posta
1 (Y92B)	+	-	-	-	+	+	+	-	
2 (Y92A)	+	+	-	-	-	-	+	+	
3 (Y67B)	+	-	+	-	-	+	-	+	
4 (Y67A)	+	+	+	-	+	-	-	-	
5 (X92B)	+	-	-	+	+	-	-	+	
6 (X92A)	+	+	-	+	-	+	-	-	
7 (X67B)	+	-	+	+	-	-	+	-	
8 (X67A)	+	+	+	+	+	+	+	+	
Divisor	8	8	8-	8	8	8	8	8	
Efeitos									

O Quadro do Planejamento de Experimentos é fornecido por GOUPY (1988), o qual é padrão para o estudo através de três fatores e dois níveis (2^k). Na primeira coluna tem-se os experimentos estudados e na última a resposta, sendo esta, o valor obtido da média entre as três repetições.

Os sinais utilizados correspondem aos níveis para cada fator, como por exemplo, com relação ao fator bitola (quarta coluna): o sinal negativo corresponde ao nível 92 mm e o sinal positivo ao nível 67 mm.

O cálculo dos efeitos (Quadro 08) é realizado pelo desmembramento das colunas do quadro 07 em outras colunas menores.

QUADRO 08 - CÁLCULO DOS EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação		Interação		Interação		Interação	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Inter 1	Exter 2	D:Dest-bi 1	2	E:Dest-Forn 1	2	F: Bit- Forn 1	2	G: Dest-Bit-Forn 1	2
1 (Y92B)		-		-		-			+		+		+	-	
2 (Y92A)			+	-		-		-		-			+		+
3 (Y67B)		-			+	-		-			+	-			+
4 (Y67A)			+		+	-			+	-		-		-	
5 (X92B)		-		-			+		+	-		-			+
6 (X92A)			+	-			+	-			+	-		-	
7 (X67B)		-			+		+	-		-			+	-	
8 (X67A)			+		+		+		+		+		+		+
Total			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média															
Efeito															

Legenda:

Fornecedor Externo:	Y
Fornecedor Interno:	X
Bitola 92 mm:	92
Bitola 67 mm:	67
Destopadeira que corta de cima para baixo:	A
Destopadeira que corta de baixo para cima:	B

Através do quadro 08, tomando-se como exemplo a variável bitola, tem-se a coluna 1 os valores para bitola 92 mm e na coluna 2 para bitola 67 mm, assumindo os sinais negativo e positivo, conforme quadro 07. Os efeitos são resultantes da diferença entre a coluna 2 e a coluna 1, estando melhor visualizado através do gráfico de efeitos.

O gráfico de efeitos foi construído com base nas médias encontradas nos fatores estudados, sendo os efeitos demonstrados somente com a visualização da amplitude entre as médias.

Com o cálculo e a representação gráfica dos efeitos, pode-se discutir sobre o estudo e se chegar a conclusões imediatas após a simples elaboração desta ferramenta de trabalho. O quadro e o gráfico do Planejamento de Experimentos devem ser feitos para cada estudo, como neste caso, fez-se 8 estudos, elaborou-se oito quadro e oito gráficos.

5.5 ANÁLISE DAS PARADAS DE MÁQUINAS

Esta análise foi baseada nas amostras realizadas por equipamento. Elaborou-se uma nova planilha, na qual foram listadas as causas das paradas e seus respectivos tempos médios.

Na análise das paradas utilizou-se o diagrama causa-efeito, em virtude da facilidade de entendimento desta ferramenta, pois mostra a relação entre o efeito decorrente de uma parada e a sua causa, como citado por KUME (1993). A metodologia para construção do diagrama foi baseada em PALADINI (1994) & WERKEMA (1995).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 RENDIMENTO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA

6.1.1 Rendimento Volumétrico Total de Matéria – prima Expresso em Percentual

Através da análise da figura 15, pode-se observar que os melhores rendimentos médios totais (%) pertencem a matéria-prima do fornecedor Externo, a bitola 92 mm e a destopadeira A (destopa de cima para baixo). Esta verificação foi realizada somente isolando cada uma das variáveis, restando ainda as interações entre elas que são possíveis pela análise da variância com arranjo multifatorial. Esta análise permite ainda checar se as conclusões tiradas somente pelo cálculo da média são verdadeiras.

A média encontrada no rendimento de matéria-prima é de 50,2%, podendo-se dizer que entrando 1 m³ de madeira serrada no início do processo, 0,50 m³ de madeira é perdido na plaina, destopadeira e no retrabalho, sendo aproveitado em peças da Classe A e B somente a metade do que entrou, apresentando uma proporção de 2:1, ou seja, para se produzir 1 m³ de *Clear Blocks* (Classe A + B), são necessários 2 m³ de madeira serrada.

O rendimento médio de 50,2%, quando comparado com o rendimento 53,9% da Empresa W (Anexo 1), mostra que o rendimento da empresa estudada está na média das empresas do setor, pois a diferença que ocorre entre elas é mínima. Esta comparação foi feita em duas bitolas diferentes, pois a empresa comparada (Empresa W) trabalha somente com a bitola 124 mm e sem reaproveitamento. Assim, por trabalhar sem reaproveitamento, a empresa seleciona a matéria-prima destinada ao produto, para evitar perda excessivas. Isto demonstra que

toda empresa deve estar em constante aperfeiçoamento, seja através de suas próprias experiências ou através da adaptação dos processos produtivos de outras empresas.

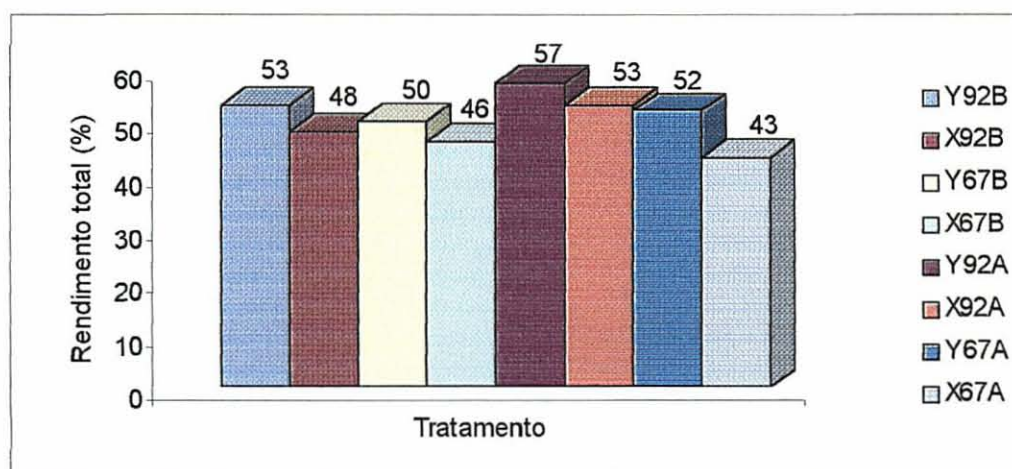


FIGURA 15 - RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA – PRIMA EM PERCENTUAL

Legenda: X: Fornecedor Interno Y: Fornecedor Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima

O quadro 1 do anexo 3.1 contém a Análise da Variância (ANOVA) do rendimento (%), no qual se observa que existem diferenças significativas quanto à bitola e fornecedor. Quanto ao fator destopadeira, contraria-se as conclusões preliminares, simplesmente pelo cálculo da média, onde se observava a superioridade da destopadeira que corta de cima para baixo.

Com relação a bitola, o teste de tukey demonstrou (Quadro 2 – Anexo 3.1) que a melhor bitola foi a 92 mm. A grande causa para a superioridade da bitola 92 mm se deve ao amplo aproveitamento que estas peças têm no processo, pois esta largura é obtida diretamente na destopadeira sem retrabalho algum. Caso haja a presença de defeitos nas peças, elas ainda podem ser reaproveitadas na refiladeira nas larguras 67 mm e 48 mm, eliminando os defeitos e possibilitando a comercialização destas peças.

A bitola 67 mm, caso tenha que ser retrabalhada, só tem a largura de 48 mm como opção, sendo o restante destinado a geração de energia na caldeira. Assim, a bitola 92 mm sendo a mais larga, há uma maior possibilidade na retirada do defeito, já a bitola 67 mm tem menor aproveitamento no processo.

A diferença entre os fornecedores é apresentada de forma simples no quadro 3 do anexo 3.1, onde se verifica a superioridade do Fornecedor Externo frente ao Interno. O melhor desempenho da madeira do fornecedor Externo era esperado, pois visualmente notava-se as diferenças de qualidade entre as peças de madeira. Enquanto a madeira do Externo tem menor incidência de defeitos como nós, medula, rachadura, mancha química; a matéria-prima proveniente do fornecedor Interno tem grande parte das peças com os defeitos citados.

Esta diferença entre os fornecedores é devida, com certeza, a boa qualidade dos reflorestamentos, qualidade das sementes e da condução das florestas, apresentada pelo fornecedor Externo. Já, a madeira do fornecedor Interno é proveniente de florestas compradas de terceiros, que foram plantadas na década de 70 através dos incentivos fiscais, onde o produtor simplesmente plantava e não conduzia a floresta adequadamente, por não conhecer o potencial do mercado para estas florestas. Sendo assim, estas florestas são de baixo valor agregado e também de uma qualidade de matéria-prima inferior ao desejado pelo mercado.

A confirmação dos resultados obtidos pela Análise da Variância é obtida pelo Planejamento de Experimentos. Observa-se no quadro 09 e na figura 16 que o fator que apresenta maior influência no processo é o fornecedor, seguido da bitola que também é significativo. Já os demais fatores, não interferem diretamente no processo.

QUADRO 09 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO TOTAL DE MATÉRIA - PRIMA EM PERCENTUAL

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D: Dest-bi		Interação E: Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	53,07	53,07		53,07		53,07			53,07		53,07		53,07	53,07	
2 (Y92A)	57,45		57,45	57,45		57,45		57,45		57,45			57,45		57,45
3 (Y67B)	50,14	50,14			50,14	50,14		50,14			50,14	50,14			50,14
4 (Y67A)	51,97		51,97		51,97	51,97			51,97	51,97		51,97		51,97	
5 (X92B)	47,56	47,56		47,56			47,56		47,56	47,56		47,56			47,56
6 (X92A)	53,77		53,77	53,77			53,77	53,77			53,77	53,77		53,77	
7 (X67B)	46,17	46,17			46,17		46,17	46,17		46,17			46,17	46,17	
8 (X67A)	42,81		42,81		42,81		42,81		42,81		42,81		42,81		42,81
Total	402,94	196,94	206	211,85	191,1	212,63	190,31	207,5	195,4	203,15	199,79	203,4	199,5	204,98	197,96
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	50,37	49,24	51,50	52,96	47,77	53,16	47,58	50,88	49,85	50,79	49,95	50,86	49,88	51,25	49,49
Efeito		2,27		-5,19		-5,58		-1,03		-0,84		-0,99		-1,76	

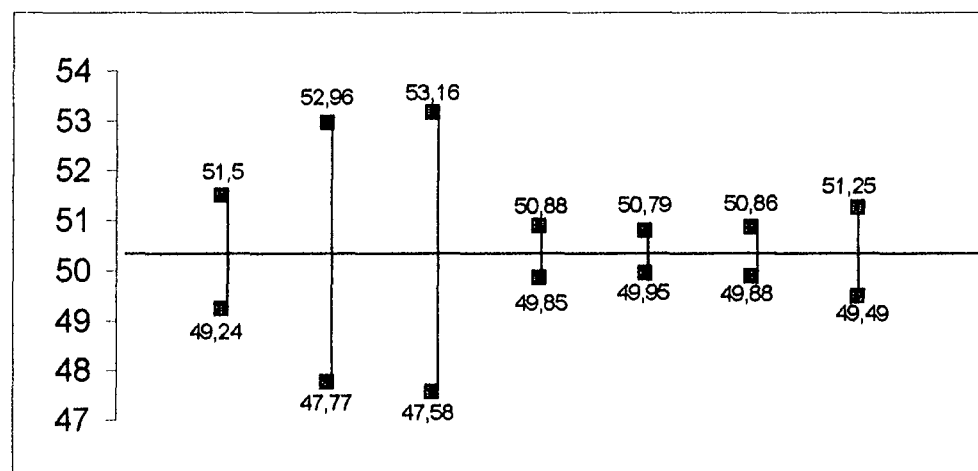


FIGURA 16 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA-PRIMA EM I

Assim, verifica-se a igualdade de resultados entre as duas ferramentas de análise aplicadas e no Planejamento de Experimentos evidenciando-se a simplicidade e a praticidade na obtenção dos valores, onde através da determinação das respostas, tem-se todas as variáveis e interações a serem estudas juntamente com seus efeitos que são representados através de quadros e gráficos.

6.1.2 Rendimento Financeiro Total de Matéria-Prima Expresso em R\$/m³

A análise de rendimento em termos financeiros é fundamental no estudo, devido ao custo da matéria-prima, que é mais elevado para a madeira de melhor qualidade.

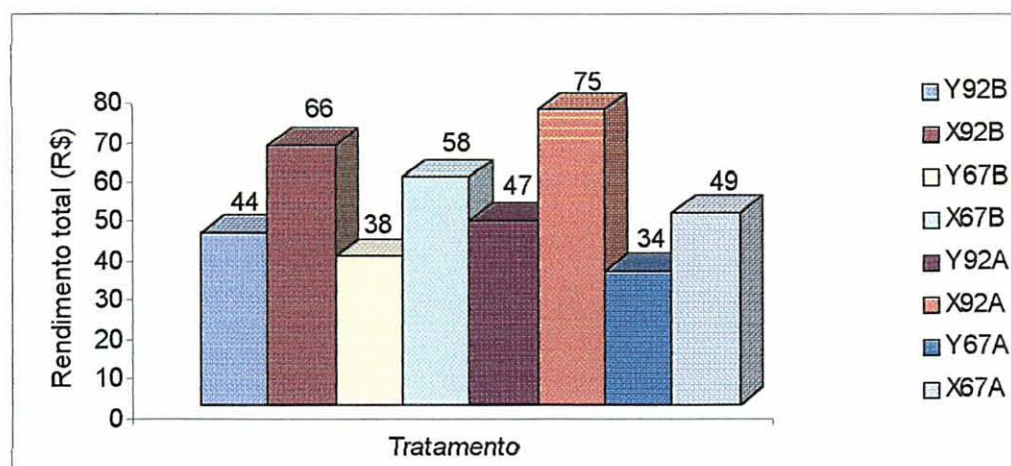


FIGURA 17 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA – PRIMA EM R\$/M³

Legenda: X: Fornecedor Interno Y: Fornecedor Externo; Bitolas: 92 e 67; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima

Deve-se, então, obter a confirmação se esta madeira de maior qualidade, mesmo com custo mais elevado, fornece maior retorno financeiro.

A figura 17 apresenta as médias das repetições de cada tratamento, as quais representam o lucro obtido a partir do beneficiamento de 1 m³

de madeira serrada, ou seja, o retorno financeiro proporcionado pelas peças de *Clear Blocks* A e B a partir deste volume.

A Análise da Variância (Quadro 4 – Anexo 3.2) demonstra os fatores que apresentaram diferenças significativas com relação ao rendimento do processo em termos financeiros são bitola e fornecedor. Os fatores são os mesmos encontradas no rendimento de matéria-prima, mas os níveis podem ser diferentes, como por exemplo, na análise anterior o melhor fornecedor foi o Externo, mas na análise financeira pode ser o Interno. Assim, aplicou-se o teste de tukey para a verificação de quais são os melhores níveis.

O teste de tukey para o fator bitola (Quadro 5 – Anexo 3.2) demonstra que a bitola 92 mm apresenta o melhor rendimento de matéria-prima e maior retorno financeiro para a empresa.

Em termos isolados, esta diferença deve ser pensada de maneira a melhorar o aproveitamento da bitola 67 mm, seja melhorando a habilidade dos destopadores e classificadores, colocando outras opções de bitola de retrabalho, ou ainda agregando um maior valor às peças como a produção de peças maiores através de uma juntadeira (*Finger joint*).

A eliminação da produção das peças de 67 mm, e o aumento da produção da bitola 92 mm ou outra qualquer com rendimento superior é inviável, pois qualquer indústria segue a tendência do mercado consumidor, ou seja, enquanto houver demanda e lucratividade, o produto é fabricado. Assim, para que o rendimento da bitola 67 mm possa superar a 92 mm, necessita-se aumentar a sua produção, pois quanto maior a produção, menor o custo e maior o lucro, mas para isto ocorrer, deve haver uma demanda de mercado. A melhor solução seria a diminuição das perdas durante o processamento da madeira.

Quanto ao fator fornecedor, o teste de tukey determinou o fornecedor Externo como o que apresenta melhor qualidade de matéria-

prima. Mas, quando se trabalha em termos financeiros (Quadro 6 – Anexo 3.2), verifica-se o inverso, este fornecedor apresenta menor margem de lucro. A grande causa é o custo da matéria-prima, enquanto a matéria-prima do Externo custa R\$290,00 (preço da madeira serrada + transporte + recepção + secagem) , a do fornecedor Interno custa R\$225,00 (preço da tora + desdobro + secagem).

Portanto, deve-se tomar medidas a curto prazo para a eliminação de fornecedores com preço elevado. Essa eliminação pode ser feita através de vários meios como negociação de preço junto a estes fornecedores, busca de fornecedores alternativos que possuam matéria-prima de acordo com o padrão de qualidade da empresa, ou ainda aumentar a produção da Interno, o que necessitaria de novos investimentos em maquinários, espaço físico e mão-de-obra. Mas os investimentos são arriscados, pois o setor apresenta uma demanda sazonal.

Na análise do rendimento, tanto em termos percentuais como em financeiros, verificou-se desempenhos significativos somente quando se trabalha com os fatores isolados, e não quando se tem interações, que representa de forma real o setor. Portanto, com relação ao processo, pode-se dizer que ambas as bitolas apresentam o mesmo rendimento quando colocadas interagindo com outras (destopadeira e fornecedor) no processo.

Os fornecedores seguem o mesmo caminho, mesmo o fornecedor Externo apresentando melhor rendimento percentual, quando trabalhado de forma isolada. Quando interagindo com as outras variáveis, não apresenta diferença significativa. Para reforçar esta afirmação, o fornecedor Interno tem melhor retorno financeiro, assim, fica inviabilizada a produção de *Clear Blocks* a partir de madeira proveniente do fornecedor Externo, pois sendo de maior custo, tem uma menor margem de lucro frente ao outro fornecedor estudado.

QUADRO 10 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE MATÉRIA - PRIMA EM R\$/M

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D:Dest-bi		Interação E:Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	44,17	44,17		44,17		44,17			44,17		44,17		44,17	44,17	
2 (Y92A)	47,39		47,39	47,39		47,39		47,39		47,39		47,39			47,39
3 (Y67B)	37,64	37,64			37,64	37,64		37,64			37,64	37,64			37,64
4 (Y67A)	33,94		33,94		33,94	33,94			33,94	33,94		33,94		33,94	
5 (X92B)	66,15	66,15		66,15			66,15		66,15	66,15		66,15			66,15
6 (X92A)	75,26		75,26	75,26			75,26	75,26			75,26	75,26		75,26	
7 (X67B)	58,03	58,03			58,03		58,03	58,03		58,03			58,03	58,03	
8 (X67A)	49,03		49,03		49,03		49,03		49,03		49,03		49,03		49,03
Total	411,61	205,99	205,62	232,97	178,6	163,14	248,47	218,3	193,3	205,51	206,1	213	198,6	211,4	200,21
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	51,45	51,50	51,41	58,24	44,66	40,79	62,12	51,58	51,46	51,38	51,53	53,25	49,66	52,85	50,05
Efeito		-0,09		-13,58		21,33		-0,12		0,15		-3,59		-2,80	

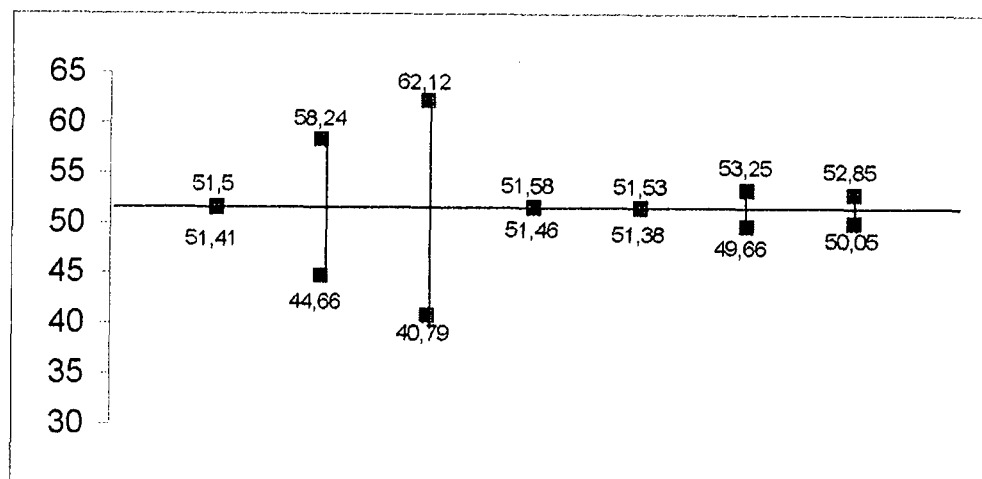


FIGURA 18 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO TOTAL DE MATÉRIA - PRIMA EM R\$/M

A análise através do Planejamento de Experimentos (Quadro 10) vem a confirmar os rendimentos obtidos em moeda através da Análise da Variância, verificando-se diferenças significativas nos mesmos fatores e a superioridade dos mesmo níveis (bitola 92 mm e fornecedor Interno).

Através da figura 18, observa-se ainda a pouca influência dos demais fatores, pois apresentam um efeito muito próximo a zero, com os valores das médias muito próximos.

6.2 ANÁLISE DO RENDIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA POR CLASSE DE QUALIDADE

A análise da produção por classe de qualidade está dividida em três partes principais, as quais englobam *Clear Blocks A*, *Clear Blocks B* e *Clear Blocks A e B* provenientes do retrabalho, expressas tanto em termos percentuais quanto em termos financeiros.

6.2.1 Rendimento Volumétrico de *Clear Blocks A* em Percentual

As médias dos rendimentos da linha *Clear Blocks A* são fornecidas pela figura 19, na qual se evidencia novamente a superioridade da bitola 92 mm frente a 67 mm e o fornecedor Externo com relação ao Interno. Estas diferenças são significativas quando observadas no quadro de anova (Quadro 07 – Anexo 3.3).

Através da comparação com outra empresa, tem-se 38,6% das peças pertencentes à Linha A (Empresa W – Anexo 1), enquanto que a empresa estudada apresenta 38,9% de suas peças destinadas diretamente para a Classe A. A diferença entre as duas é muito pequena (0,3%), evidenciando, mesmo assim, a superioridade da empresa estudada. Além da produção obtida diretamente da destopadeira, tem-se ainda na empresa estudada a operação de retrabalho que aumenta o rendimento da

matéria-prima no processo e a diferença de produção entre as duas empresas.

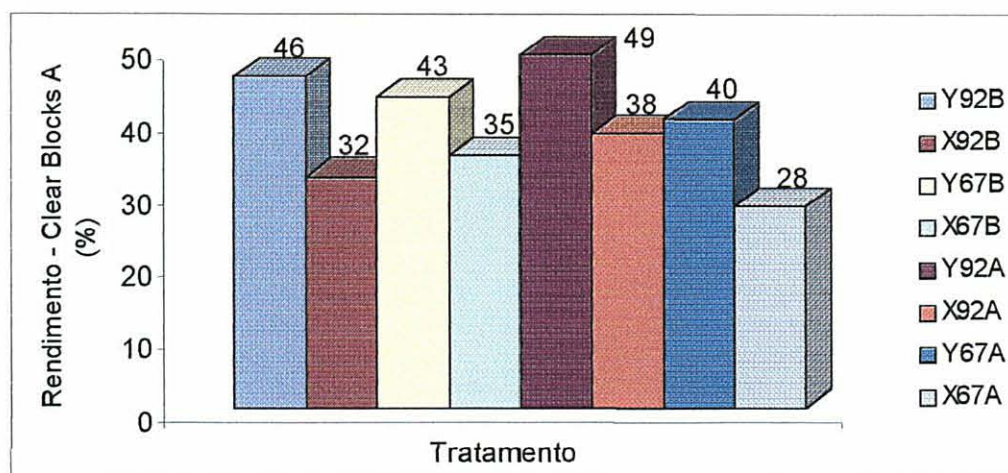


FIGURA 19 – RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks A* EM PERCENTUAL

Legenda: X: Interno Y: Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

As destopadeiras utilizadas no processo apresentam características semelhantes, diferenciando somente no sentido de corte (para cima ou para baixo); e a habilidade dos operadores em ambas as máquinas é praticamente a mesma. Portanto, considerando as duas afirmações acima e a Análise da Variância, pode-se dizer que não existe diferença significativa entre as destopadeiras.

O teste de tukey para o fator bitola (Quadro 08 – Anexo 3.3) demonstrou que a bitola 92 mm apresenta um rendimento de 41,4% para a Linha A, enquanto a bitola 67 mm um rendimento de 36,7%, e esta diferença é significativa no nível de 5% aplicado no teste.

Pode-se dizer que as duas grandes causas para esta diferença estão relacionadas a habilidade dos funcionários com as peças e à qualidade da matéria-prima.

Quanto à primeira (habilidade do operador na destopadeira e do classificador), devido à rapidez do trabalho e à necessidade de produção,

o operador tem maior facilidade de identificar e retirar os defeitos na bitola 92 mm, pois a visualização dos defeitos é mais fácil.

A outra causa, qualidade da matéria-prima, pode ser devido à secagem ou da própria qualidade da tora em que as peças foram retiradas.

Quanto à secagem, pode-se mencionar os defeitos como rachaduras, manchas, empenamento, encanoamento ou arqueamento, que devido à secagem a alta temperatura, sem fatores de restrição em cima das pilhas, mistura de peças com dimensões diferentes em uma mesma estufada, desuniformidade do gradeamento das pilhas, podem resultar na dificuldade de se retirar as peças da forma que se deseja para seguir no processo. Assim, as peças que mais sofrem são as que possuem uma menor largura, neste caso, a bitola 67 mm; para minimizar alguns efeitos, faz-se o pré-destopo que visa à diminuição em comprimento das peças tortuosas, evitando que as plainas na etapa subsequente sejam forçada além da sua capacidade, o que acarreta em problemas mecânicos futuros.

A qualidade da tora ou do reflorestamento do qual a madeira foi retirada, também é fator essencial, pois refletem diretamente na qualidade e rendimento da matéria-prima no processo.

Nota-se assim, que a produtividade do setor não está relacionada somente a ele, pois muitas vezes, reflete fatores que estão além do pátio da empresa, e estes devem ser analisados para se conseguir um processo e uma produção cada vez melhor.

No teste de tukey para o fator fornecedor (Quadro 09 – Anexo 3.3) verificou-se que o melhor rendimento pertence ao fornecedor Externo com uma média de 44,7%, demonstrando a sua superioridade sempre quando se analisa rendimento de matéria-prima, devido a condições como qualidade do reflorestamento e desdobro das peças.

QUADRO 11- PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO *Clear Blocks A* EM PERCENTUAL

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D: Dest-bi		Interação E: Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	46,31	46,31		46,31		46,31			46,31		46,31		46,31	46,31	
2 (Y92A)	49,05		49,05	49,05		49,05		49,05		49,05			49,05		49,05
3 (Y67B)	43,11	43,11			43,11	43,11		43,11			43,11	43,11			43,11
4 (Y67A)	40,27		40,27		40,27	40,27			40,27	40,27		40,27		40,27	
5 (X92B)	32,19	32,19		32,19			32,19		32,19	32,19		32,19			32,19
6 (X92A)	37,93		37,93	37,93			37,93	37,93			37,93	37,93		37,93	
7 (X67B)	35,06	35,06			35,06		35,06	35,06		35,06			35,06	35,06	
8 (X67A)	28,28		28,28		28,28		28,28		28,28		28,28		28,28		28,28
Total	312,2	156,67	155,53	165,48	146,7	178,74	133,46	165,2	147,1	156,57	155,63	153,5	158,7	159,57	152,63
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	39,03	39,17	38,88	41,37	36,68	44,69	33,37	39,29	37,76	39,14	38,91	38,38	39,68	39,89	38,16
Efeito		-0,29		-4,69		-11,32		-1,53		-0,23		1,30		-1,74	

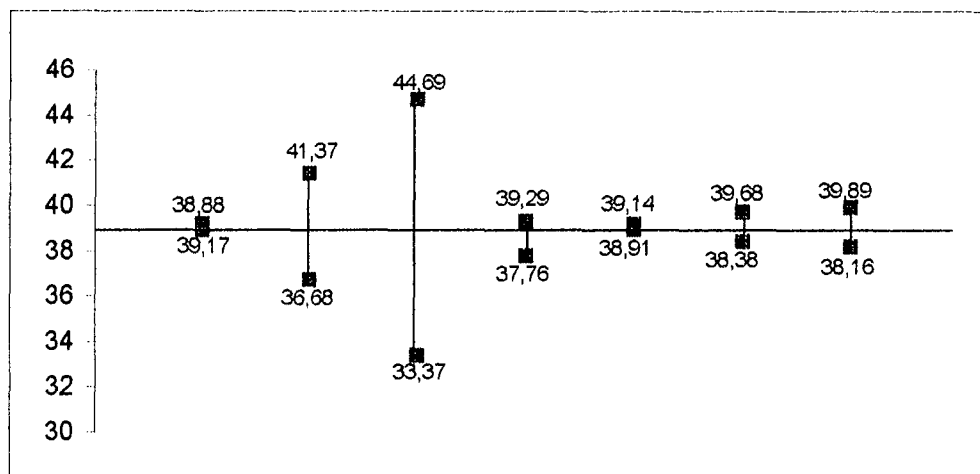


FIGURA 20 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks A* EM PERCENTUAL

As causas que levam e definem a qualidade de um reflorestamento já foram expostas no trabalho. A qualidade de desdobro depende dos equipamentos utilizados, como no caso do fornecedor Interno que utiliza essencialmente serra-fita e circular múltipla, sua manutenção e eficiência de corte das serras.

A confirmação e a demonstração da simplicidade da obtenção dos resultados está apresentada no quadro 11 e na figura 20 através do Planejamento de Experimentos, onde se observa claramente os fatores que apresentaram maior significância e quais seus melhores níveis, sem haver a necessidade de montagem de diversos quadros como na Análise da Variância onde se constrói o Quadro de Anova (Análise da Variância) e os quadros para os testes de tukey.

Outra grande vantagem da aplicação desta ferramenta é a sua forma de representação, pois além da representação em quadros, tem-se os gráficos onde se observa e se compara a diferenças entre os níveis que compõem os fatores estudados.

6.2.2 Rendimento Financeiro de *Clear Blocks* A em R\$/m³

A Linha A é a que apresenta a maior margem de lucro na produção de *Clear Blocks*, tendo em vista que apresenta um menor custo de produção por não necessitar de retrabalho.

Em termos financeiros, pode-se dizer que esta classe chegaria a atingir R\$ 155,00 de retorno para a empresa, se todo o volume de 1 m³ inicial fosse aproveitado somente em peças de *Clear Blocks* A; mas é uma utopia fazer esta afirmação, pois do volume de entrada, retira-se ainda peças para Classe B, peças a serem retrabalhadas e as perdas de matéria-prima ao longo do processo, as quais refletem diretamente no aumento do custo de produção e na diminuição dos ganhos da empresa.

Através da análise da figura 21, pode-se observar principalmente a superioridade do fornecedor Interno frente ao Externo, que apresenta as maiores médias em todos os experimentos, quando comparado com o fornecedor Externo. Esta situação mostra o inverso do verificado na análise realizada em termos de rendimento percentual de matéria-prima.

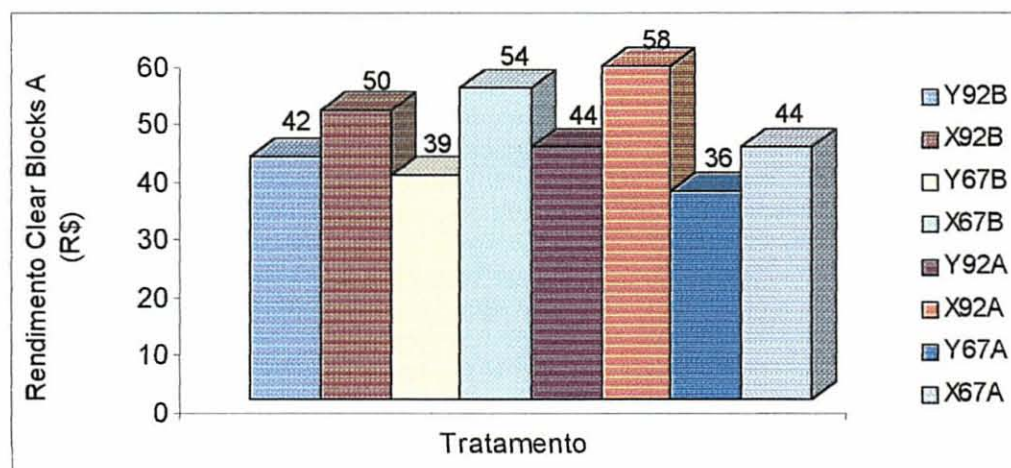


FIGURA 21 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE *Clear Blocks A* EM R\$/M³

Legenda: Legenda: X: Interno Y: Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

O quadro 10 (Anexo 3.4) demonstra que existe diferença entre as médias do fator bitola e fornecedor. Nota-se que os fatores que apresentaram diferenças significativas estão isolados, pois as interações não foram relevantes no processo, isso significa que quando o fator é colocado junto com os outros no processo, não apresenta nenhuma diferença de rendimento.

A superioridade da bitola 92 mm frente à bitola 67 mm para a Linha A, é confirmada pelo teste de tukey da análise financeira (Quadro 11 – Anexo 3.4). A causa desta diferença é um reflexo direto do rendimento em percentagem, pois o cálculo da margem de lucro das peças de *Clear Blocks* é baseado nesta análise.

Pode-se dizer que não existem diferenças de preço entre uma bitola ou outra, pois ambas têm um custo de matéria-prima R\$225,00, R\$ 80,00

de produção e R\$ 155,00 de venda para o fornecedor Interno, ou seja, a grande responsável pela superioridade da bitola 92 mm é a qualidade da matéria-prima beneficiada no processo.

A Classe de *Clear Blocks* A é a que fornece maior retorno financeiro à empresa, pois a Classe B alcança somente R\$ 75,00/m³ de valor de mercado, e as provenientes de retrabalho, mesmo sendo classificadas posteriormente como “A”, tem um maior custo de produção. Ainda assim, este custo adicional de retrabalho (R\$10,00/m³) compensaria se as peças forem aproveitadas como A.

Deste modo, deve-se se aproveitar ao máximo as peças na destopadeira, eliminando os defeitos e direcionando as peças para Classe A.

O alcance das metas na indústria depende diretamente da habilidade dos funcionários que ali trabalham, e estes devem ser sempre valorizados, pois são peças fundamentais em qualquer empreendimento. No caso da indústria estudada, o objetivo é obter o maior rendimento possível de matéria-prima na Classe A, pois fornece o maior retorno financeiro; mas se o funcionário não for treinado e motivado dia após dia, este objetivo jamais será alcançado.

Com relação ao fornecedor, verifica-se que o maior rendimento de matéria-prima pertence ao fornecedor Externo para a Linha A. Porém, o teste de tukey da análise financeira (Quadro 12 – Anexo 3.4), nota-se que o fornecedor Interno apresenta um melhor desempenho financeiro, com uma média de R\$51,71 de margem de lucro.

Com esta análise, pode-se dizer que a utilização da matéria-prima com melhor qualidade e alto custo não é viável para a produção de *Clear Blocks*; devendo-se utilizar o máximo possível de madeira do Fornecedor Interno, ou de fornecedores com preço inferior para que se possa conseguir a maior margem de lucro.

QUADRO 12 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE *Clear Blocks A* EM R\$/M

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D: Dest-bi		Interação E: Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	41,68	41,68		41,68		41,68			41,68		41,68		41,68	41,68	
2 (Y92A)	44,14		44,14	44,14		44,14		44,14		44,14			44,14		44,14
3 (Y67B)	38,8	38,8			38,8	38,8		38,8			38,8	38,8			38,8
4 (Y67A)	36,25		36,25		36,25	36,25			36,25	36,25		36,25		36,25	
5 (X92B)	49,9	49,9		49,9			49,9		49,9	49,9		49,9			49,9
6 (X92A)	58,78		58,78	58,78			58,78	58,78			58,78	58,78		58,78	
7 (X67B)	54,34	54,34			54,34		54,34	54,34		54,34			54,34	54,34	
8 (X67A)	43,83		43,83		43,83		43,83		43,83		43,83		43,83		43,83
Total	367,72	184,72	183	194,5	173,2	160,87	206,85	196,1	171,7	184,63	183,09	183,7	184	191,05	176,67
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	45,97	46,18	45,75	48,63	43,31	40,22	51,71	46,52	45,42	46,16	45,77	45,93	44,17	47,76	44,17
Efeito		-0,43		-5,32		11,50		-1,10		-0,39		0,07		-3,60	

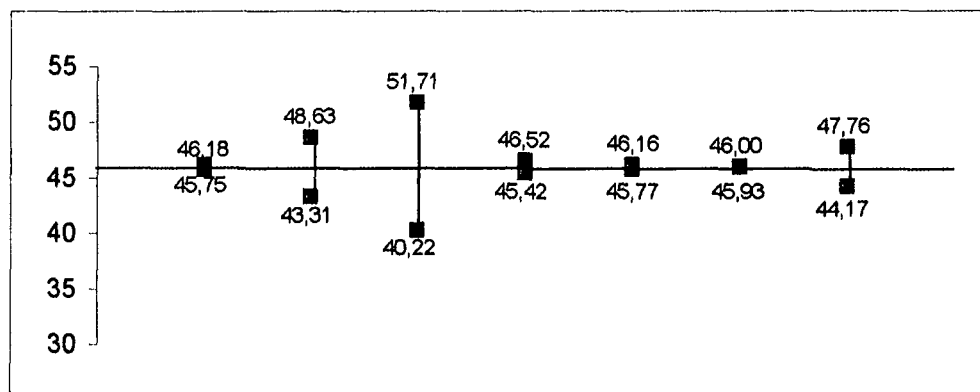


FIGURA 22 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE *Clear Blocks A* EM R\$/M

Na análise financeira através do Planejamento de Experimentos (Quadro 12 e Figura 22), também ficam evidenciados a bitola 92 mm e o fornecedor Interno como os melhores níveis.

A análise é mais clara através da figura, deixando o quadro como a base de dados. Assim, com a visualização clara das médias e seus efeitos, podese-se tomar atitudes para a melhoria do processo.

6.2.3 Rendimento Volumétrico de *Clear Blocks* B em Percentual

Como se observa na figura 23, o rendimento médio correspondente à Classe B é pequeno, girando em torno de 3,5%, quando comparado com o rendimento da Classe A e das peças destinadas a retrabalho.

Comparando com os resultados da Empresa W (Anexo 1), esta última tem um rendimento para a Classe B de 15,3%, muito superior a empresa estudada (3,5%). Esta superioridade pode estar em função da baixa qualidade da matéria-prima da empresa comparada ou não ao reaproveitamento das peças, não proporcionando maior quantidade de peças na Classe A.

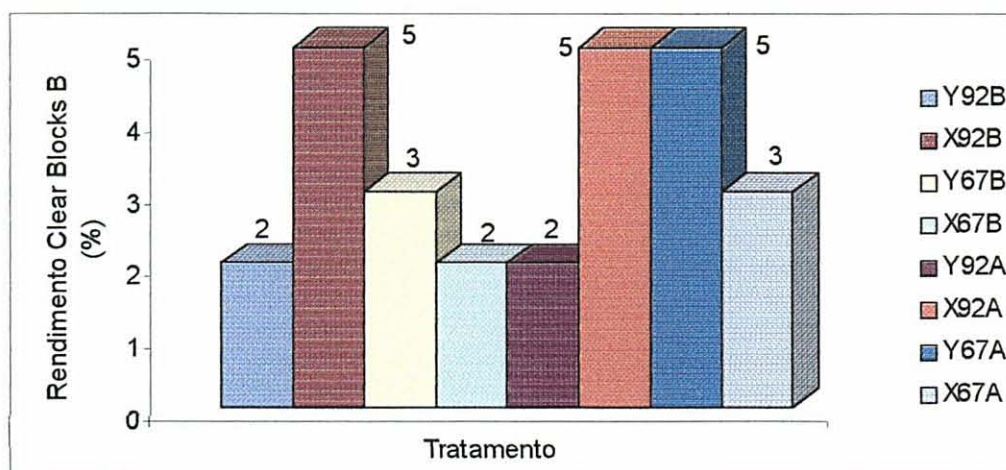


FIGURA 23 – RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks* B EM PERCENTUAL

Legenda: X: Interno Y: Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

A razão para o pequeno rendimento de *Clear Blocks* da Classe B está em função do baixo valor que alcança no mercado. Assim, os funcionários fazem o máximo de aproveitamento das peças, colocando-as nas suas devidas Classes de Qualidade; mas nem sempre o trabalho é 100% correto em consequência do ritmo acelerado de produção e da habilidade dos funcionários envolvidos no processo.

As diferenças significantes encontradas até o momento são principalmente relacionadas à bitola e fornecedor. Na Análise da Variância da Classe B (Quadro 13 – Anexo 3.5), observa-se a diferença significativa da interação bitola-fornecedor, da qual se fez uma nova Análise da Variância específica e um novo Teste de Tukey.

Através dos quadros 14 e 15 (Anexo 3.5), observa-se as diferenças na interação bitola - fornecedor para a Linha B. Confirmando a superioridade da bitola 92 mm e do fornecedor Externo em termos de rendimentos percentuais de matéria-prima, ou em alguns casos na interação bitola – fornecedor.

Mas, não se pode pensar isoladamente, deve-se analisar em termos do processo integral (destopadeira – bitola – fornecedor), assim não ocorre diferença significativa entre as variáveis de estudo.

Mesmo assim, pode-se melhorar a matéria-prima do fornecedor interno, através da melhoria da qualidade dos reflorestamentos e do desdobro; também procurando explorar novos mercados, pois mesmo não apresentando diferenças significativas no processo integral, pode render mais em termos financeiros para empresa, mesmo que para isso precise investir em equipamentos e funcionários, pois a mercado madeireiro está cada vez mais competitivo e só permanecerão no mercado as empresas que se destacarem.

O Planejamento de Experimentos (Quadro 13 e Figura 24) confirma os resultados obtidos na Análise da Variância, com a interação bitola-fornecedor como a única que apresentou diferença significativa, com os

QUADRO 13 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DE *Clear Blocks B* EM PERCENTUAL

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D:Dest-bi		Interação E:Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	2,28	2,28		2,28		2,28			2,28		2,28		2,28	2,28	
2 (Y92A)	2,33		2,33	2,33		2,33		2,33		2,33			2,33		2,33
3 (Y67B)	3,3	3,3			3,3	3,3		3,3			3,3	3,3			3,3
4 (Y67A)	4,74		4,74		4,74	4,74			4,74	4,74		4,74		4,74	
5 (X92B)	5,55	5,55		5,55			5,55		5,55	5,55		5,55			5,55
6 (X92A)	5,4		5,4	5,4			5,4	5,4			5,4	5,4		5,4	
7 (X67B)	1,63	1,63			1,63		1,63	1,63		1,63			1,63	1,63	
8 (X67A)	3,15		3,15		3,15		3,15		3,15		3,15		3,15		3,15
Total	28,38	12,76	15,62	15,56	12,82	12,65	15,73	12,66	15,72	14,25	14,13	18,99	9,39	14,05	14,33
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	3,55	3,19	3,91	3,89	3,21	3,16	3,93	3,17	3,93	3,56	3,53	4,75	2,35	3,51	3,58
Efeito		0,72		-0,69		0,77		0,77		-0,03		-2,40		0,07	

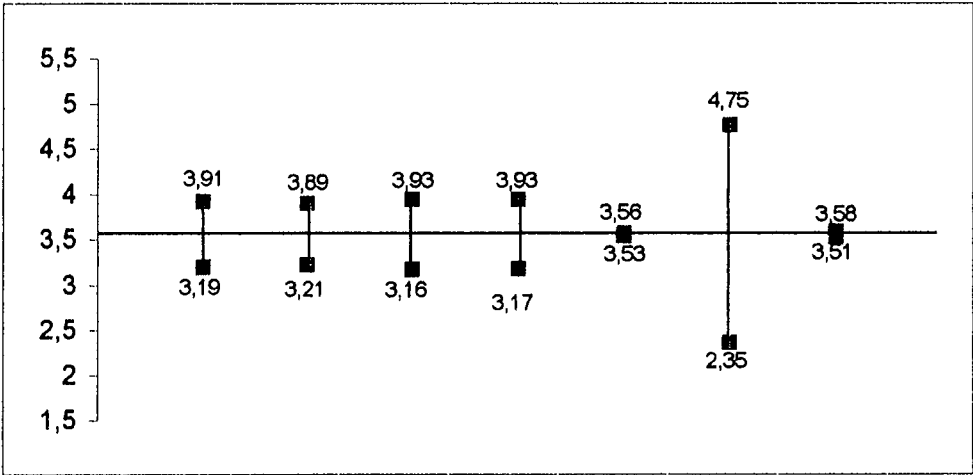


FIGURA 24 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks B* EM PERCENTUAL

fatores isolados apresentando uma uniformidade de efeitos, demonstrando a ausência de diferença entre estes estudos. Verifica-se também a mínima diferença quando os três fatores são trabalhados em conjunto como é a realidade do processo.

6.2.4 Rendimento Financeiro de *Clear Blocks* B em R\$/m³

A figura 25 deixa evidente o maior rendimento obtido com a matéria-prima do fornecedor Interno e um equilíbrio entre as médias da bitola e da destopadeira.

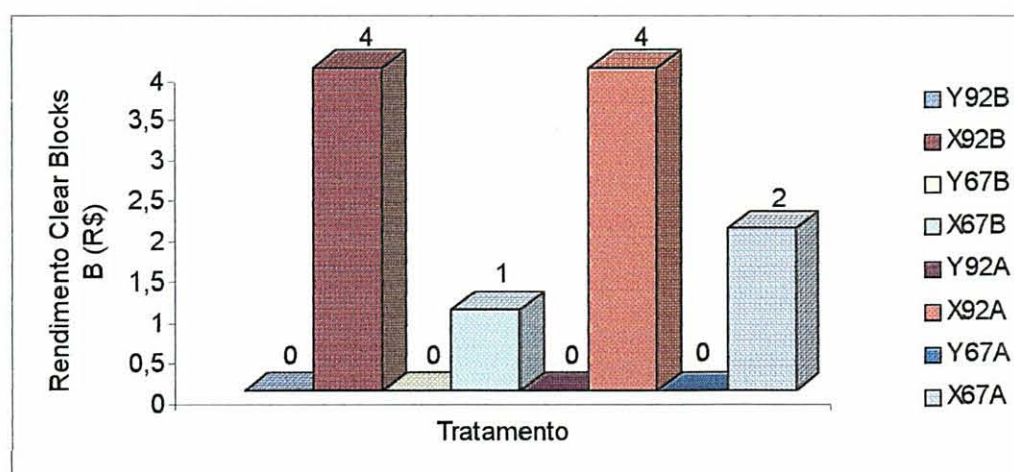


FIGURA 25 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE *Clear Blocks* B EM R\$/M³

Legenda: Legenda: X: Interno Y: Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

Na Análise da Variância (Quadro 16 – Anexo 3.6), verifica-se que os fatores que apresentam diferença a 5% de significância são a bitola, o fornecedor e a interação entre eles.

O teste de tukey para o fator bitola, mostra que a bitola 92 mm apresenta um retorno financeiro superior à bitola 67 mm (Quadro 17 – Anexo 3.6), em função da maior dimensão em largura, e consequente maior possibilidade da ocorrência de defeitos, mesmo alguns podendo ser eliminados no retrabalho, outros acabam permanecendo na Classe B.

Quanto ao fator fornecedor, o teste de tukey (Quadro 18 – Anexo 3.6) demonstrou a superioridade do fornecedor Interno. Isto é consequência do rendimento financeiro deste fornecedor ser de R\$ 2,70, demonstrando que para cada metro cúbico de madeira serrada que entra no processo, a Linha *Clear Blocks* B apresenta esta margem de lucro; já o fornecedor Externo não apresenta rendimento. Em ambos os casos, tem-se poucas peças nesta classe devido ao baixo preço conseguido no mercado internacional, que é o principal mercado do produto estudado.

A grande diferença entre os fornecedores também é causada pela qualidade da matéria-prima do fornecedor Externo, que é superior ao outro, tendo a maioria das suas peças destinadas a Linha A, restando muito poucas para “B”, e o fornecedor Interno, principalmente da bitola 92 mm, tem um número maior de peças, e um maior retorno financeiro em função do baixo custo da matéria-prima.

Na nova Análise da Variância (Quadro 19 – Anexo 3.6) trabalha-se separadamente com a interação bitola – fornecedor, onde verificou-se a presença da diferença significativa, sendo resultante das altas diferenças encontradas nas duas variáveis isoladas, e ainda quando elas interagem uma com a outra, a diferença torna-se ainda maior.

No teste de tukey (Quadro 20 – Anexo 3.6), observa-se que a bitola 92 mm do fornecedor Interno é a que propicia um maior retorno financeiro para a empresa com uma média de R\$4,10, muito superior às demais, como é evidenciado na análise dos contrastes. A superioridade desta interação era esperada em algum momento, pois a bitola 92 mm e o fornecedor Interno foram os níveis que apresentaram melhor rendimento em todas as análises financeiras.

As conclusões tiradas nesta análise reforçam mais ainda a afirmação de que o fornecedor Externo, mesmo com qualidade superior, não consegue alcançar o rendimento fornecido pela Interno que trabalha com uma madeira com baixo custo e uma qualidade inferior.

QUADRO 14 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE *Clear Blocks B* EM R\$/M

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D: Dest-bi		Interação E: Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	0,23	0,23		0,23		0,23			0,23		0,23		0,23	0,23	
2 (Y92A)	0,23		0,23	0,23		0,23		0,23		0,23			0,23		0,23
3 (Y67B)	0,33	0,33			0,33	0,33		0,33			0,33	0,33			0,33
4 (Y67A)	0,47		0,47		0,47	0,47			0,47	0,47		0,47		0,47	
5 (X92B)	4,16	4,16		4,16			4,16		4,16	4,16		4,16			4,16
6 (X92A)	4,05		4,05	4,05			4,05	4,05			4,05	4,05		4,05	
7 (X67B)	1,22	1,22			1,22		1,22	1,22		1,22			1,22	1,22	
8 (X67A)	2,36		2,36		2,36		2,36		2,36		2,36		2,36		2,36
Total	13,05	5,94	7,11	8,67	4,38	1,26	11,79	5,83	7,22	6,08	6,97	9,01	4,04	5,97	7,08
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	1,63	1,49	1,78	2,17	1,10	0,32	2,95	1,46	1,81	1,52	1,74	2,25	1,01	1,49	1,77
Efeito		0,29		-1,07		2,63		0,35		0,22		-1,24		0,28	

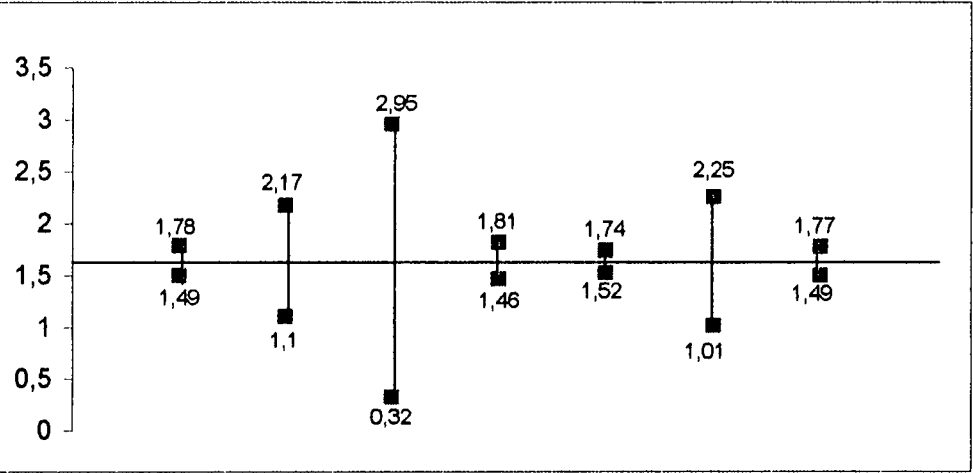


FIGURA 26 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE *Clear Blocks B* EM R\$/M

A análise através do Planejamento de Experimentos, apresenta os fatores que apresentaram diferença significativa e os seus melhores níveis que foram a bitola 92 mm, fornecedor Interno e a interação entre eles demonstrado pela interação F do quadro 14.

O maior efeito é representado na figura 26 pela maior distância entre as médias. Assim, evidencia-se novamente a simplicidade que se avalia os resultados nesta ferramenta, ou seja, somente pela análise do gráfico.

6.2.5 Rendimento Volumétrico de *Clear Blocks* – Retrabalho em Percentual

A última forma de aproveitamento da matéria-prima gera um rendimento médio de matéria-prima de 7.8%, que é superior ao obtido pela Linha B (Figura 27). Mesmo esta fase necessitando do emprego de outros maquinários e funcionários, gerando mais custos para a empresa, vale a pena o retrabalho em função da grande quantidade de peças com defeitos e do retorno financeiro que esta operação propicia.

Nesta Linha não se comparou os resultados com a Empresa W (Anexo 1), pois esta não possui a operação de retrabalho das peças de *Clear Blocks*.

O Quadro de Anova (Quadro 21 – Anexo 3.7) demonstra que existem diferenças significativas somente nos fatores destopadeira e fornecedor. A presença do fator destopadeira é uma situação curiosa, pois não tinha aparecido em nenhuma das análises anteriores e não está diretamente ligada ao retrabalho, pois o destopo antecede esta fase.

Com relação à destopadeira, verifica-se ao longo do estudo que os dois modelos de destopadeira utilizados no processo de *Clear Blocks* apresentam rendimentos muito semelhantes. Esta afirmação tem como exceção a presente análise, mas observa-se através do teste de tukey

(Quadro 22 – Anexo 3.7) que a diferença entre elas é pequena, estando em torno de 1,89%.

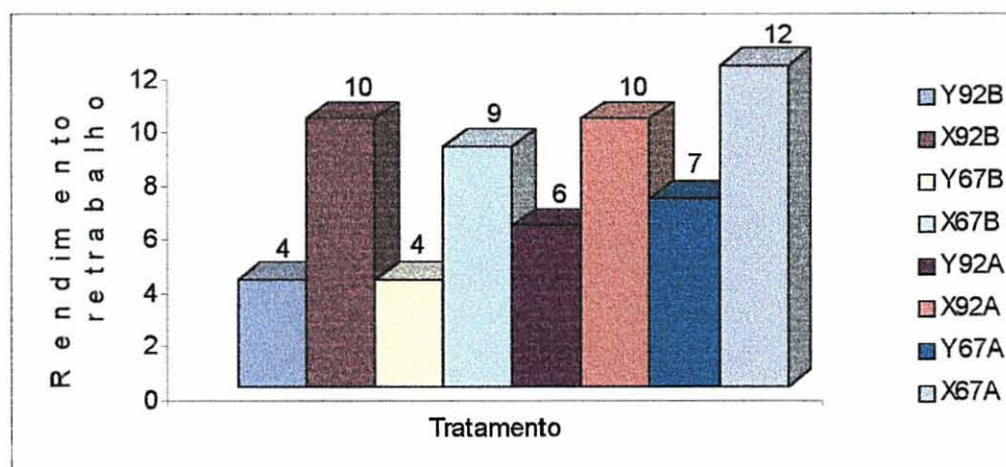


FIGURA 27–RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks* – RETRABALHO EM PERCENTUAL

Legenda: X: Interno Y: Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

A causa que originou a diferença foi a qualidade da madeira que estava sendo processada no momento da coleta de dados, tanto que o fornecedor de matéria-prima também foi destacado na Análise da Variância. Sendo assim, a variável destopadeira não representa um fator que deve ser focado com destaque pela empresa, o que pode ser feito é uma conscientização sobre a importância do aproveitamento da madeira no processo, junto aos funcionários da empresa, com o intuito de se reduzir os desperdícios de matéria-prima.

Quanto ao teste de tukey do fator fornecedor (Quadro 23 – Anexo 3.7), evidencia-se a superioridade do fornecedor Interno. O maior responsável pela ocorrência da situação inversa ao observado até momento, é o fato de que o fornecedor Externo tem a maior parte das suas peças classificadas como *Clear Blocks A*, restando poucas para o retrabalho, ocorrendo o oposto com o fornecedor Interno, pois restam muitas para serem retrabalhadas na refiladeira e destopadeira.

QUADRO 15 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DE *Clear Blocks* - RETRABALHO EM PERCENTUAL

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D: Dest-bi		Interação E: Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	4,49	4,49		4,49		4,49			4,49		4,49		4,49	4,49	
2 (Y92A)	6,07		6,07	6,07		6,07		6,07		6,07		6,07			6,07
3 (Y67B)	3,73	3,73			3,73	3,73		3,73			3,73	3,73			3,73
4 (Y67A)	6,86		6,86		6,86	6,86			6,86	6,86		6,86		6,86	
5 (X92B)	9,82	9,82		9,82			9,82		9,82	9,82		9,82			9,82
6 (X92A)	10,44		10,44	10,44			10,44	10,44			10,44	10,44		10,44	
7 (X67B)	9,48	9,48			9,48		9,48	9,48		9,48			9,48	9,48	
8 (X67A)	11,62		11,62		11,62		11,62		11,62		11,62		11,62		11,62
Total	62,51	27,52	34,99	30,82	31,69	21,15	41,36	29,72	32,79	32,23	30,28	30,85	31,66	31,27	31,24
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	7,81	6,88	8,75	7,71	7,92	5,29	10,34	7,43	8,20	8,06	7,57	7,71	7,92	7,82	7,81
Efeito		1,87		0,22		5,05		0,77		-0,49		0,20		-0,01	

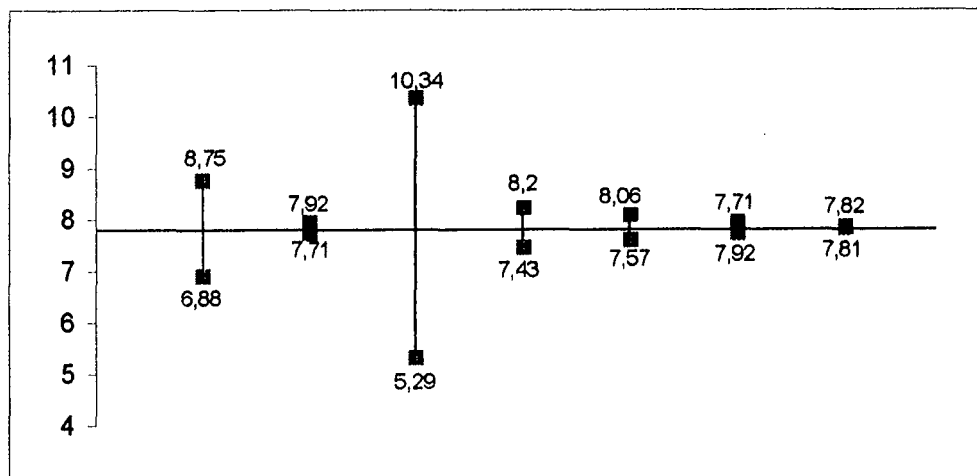


FIGURA 28 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks* - RETRABALHO

Assim, nesta análise, quanto menor a porcentagem de peças, significa maior quantidade de peças classificadas na Classe A, ou seja, menor custo de produção e maior margem de lucro para a empresa.

O Planejamento de Experimentos, apresentado no quadro 15 e figura 28, confirma os resultados obtidos pela Análise da Variância; evidenciando com clareza os maiores efeitos (destopadeira e fornecedor) e a uniformidade dos demais fatores e interações. Observa-se que o menor efeito é atingido quando se trabalha com a interação entre os três fatores, o que mostra que não importa qual nível está se utilizando, pois quando se trabalha em conjunto não ocorrem diferenças significativas. Portanto, deve-se trabalhar com os níveis que apresentem menor custo de matéria-prima, destopadeira e bitola, para se alcançar um maior retorno financeiro para a empresa beneficiadora.

6.2.6 Rendimento Financeiro de *Clear Blocks* – Retrabalho em R\$/m³

O fornecedor Interno e a bitola 92 mm apresentam os melhores rendimentos das peças provenientes do retrabalho como demonstra a figura 29, enquanto que a destopadeira demonstra um equilíbrio de produção, sem apresentar qualquer sinal significativo.

Observa-se nesta figura, dois rendimento negativos, ambos na bitola 67 mm e fornecedor Externo. A causa para este fato é devido à produção de peças com bitola 48 mm que tem um custo de produção de R\$380,00/m³ e um preço de venda de R\$340,00/m³, ou seja, perda de R\$40,00/m³. Já o fornecedor Interno tem um custo de produção de R\$315,00/m³ com o mesmo preço de venda, fornecendo um lucro de R\$25,00/m³. Mesmo assim, deve-se continuar produzindo a bitola 48 mm, mesmo sem lucro, pois minimiza as perdas durante o processo.

A confirmação da significância é comprovada na Análise da Variância (Quadro 24 – Anexo 3.8), onde se verifica que, além dos

fatores já mencionados, tem-se a interação entre eles, o que demonstra que ocorrem fortes diferenças entre os níveis dos fatores estudados.

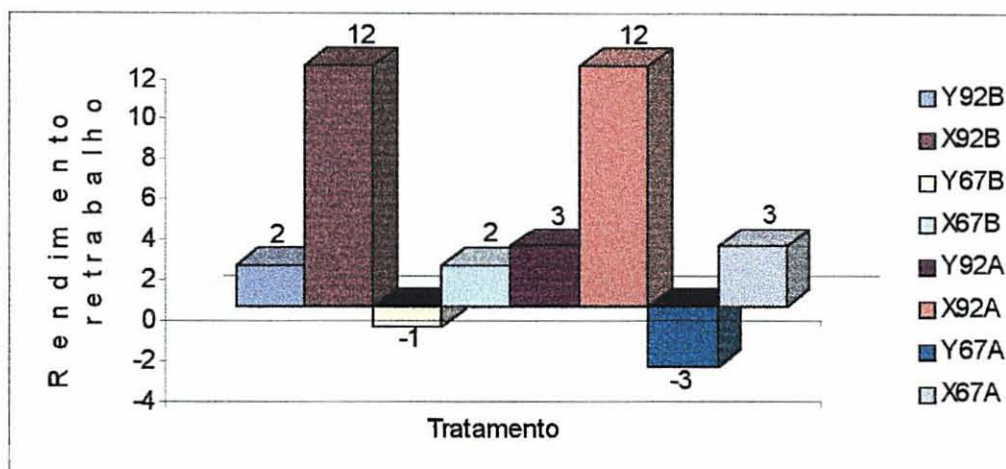


FIGURA 29 – RENDIMENTO FINANCEIRO MÉDIO DE *Clear Blocks* – RETRABALHO EM R\$/M³

Legenda: X: Interno Y: Externo; Bitolas: 92 e 67 mm; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

O teste de tukey para o fator bitola (Quadro 25 – Anexo 3.8) mostra a grande superioridade da bitola 92 mm com uma diferença de R\$7,22/m³ da bitola 67 mm, sendo esta causada diretamente pelo aproveitamento que as bitolas tem no retrabalho, ou seja, a bitola 92 mm pode ser retrabalhada na bitola 67 mm que tem um preço de venda de R\$460,00/m³ quando proveniente do retrabalho e na bitola 48 mm com um preço de venda de R\$340,00/m³, o que muitas vezes é inferior ao custo de produção, como já foi levantado no estudo. Já a bitola 67 mm só tem a opção de retrabalho na bitola 48 mm, que quando oriunda de peças do fornecedor Externo, ao invés de obter-se lucro, tem-se prejuízo com o beneficiamento destas peças.

Como consequência, tem-se um maior volume de produção proveniente do retrabalho da bitola 92 mm e também um maior retorno financeiro com o beneficiamento destas peças.

A empresa estudada, após o estudo, eliminou a bitola 48 mm, a qual foi substituída pela bitola 54 mm, que tem o mesmo preço de venda das demais bitolas (67 e 92 mm). O reaproveitamento em matéria-prima, passando de 48 mm para 54 mm foi menor, mais em compensação com margem de lucro maior.

De acordo com o quadro 26 (Anexo 3.8), o fornecedor que apresenta melhor rendimento financeiro no retrabalho é o Interno. Uma das causas para esta superioridade é devida a maior quantidade de peças trabalhadas nesta operação ser proveniente do fornecedor Interno.

A outra causa é devido ao alto custo da matéria-prima do fornecedor Externo, que inviabiliza o beneficiamento de *Clear Blocks*, principalmente no retrabalho da bitola 67 mm em 48 mm no fornecedor Externo, pois apresenta um resultado financeiro negativo de R\$40,00/m³. Assim, a madeira do fornecedor Interno, mesmo com qualidade inferior, consegue-se obter lucro até no retrabalho com as peças de 48 mm de largura, o que não é conseguido pelo outro fornecedor.

A nova Análise da Variância (Quadro 27 – Anexo 3.8) e o teste de tukey (Quadro 28 – Anexo 3.8), evidenciam a bitola 92 mm e o fornecedor Interno como a melhor interação e a bitola 67 mm com o fornecedor Externo como a pior interação.

Em todas as análises, observa-se que a única interação que apresenta diferença significativa é a interação bitola – fornecedor e os fatores que apresentaram maior diferenciação, quando analisados sozinhos são os mesmos da interação; assim, pode-se dizer que o modelo da destopadeira pouco influi no processo produtivo, o que realmente conta é o maior rendimento financeiro que o fornecedor Interno atingiu e o rendimento tanto percentual quanto financeiro que a bitola 92 mm fornece. Mas, não se deve pensar somente nas variáveis que estão sendo estudadas, e sim nas demais que influenciam o processo, desde a seleção das sementes até a venda do produto final.

QUADRO 16 - PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO FINANCEIRO DE *Clear Blocks* - RETRABALHO EM R\$/M

Ordem normal dos ensaios	Valores das Respostas	A: Destopadeira		B: Bitola		C: Fornecedor		Interação D: Dest-bi		Interação E: Dest-Forn		Interação F: Bit- Forn		Interação G: Dest-Bit-Forn	
		bx-cm 1	cm-bx 2	92mm 1	67mm 2	Exter 1	Inter 2	1	2	1	2	1	2	1	2
1 (Y92B)	2,26	2,26		2,26		2,26			2,26		2,26		2,26	2,26	
2 (Y92A)	3,02		3,02	3,02		3,02		3,02		3,02			3,02		3,02
3 (Y67B)	-1,49	-1,49			-1,49	-1,49		-1,49			-1,49	-1,49			-1,49
4 (Y67A)	-2,78		-2,78		-2,78	-2,78			-2,78	-2,78		-2,78		-2,78	
5 (X92B)	12,09	12,09		12,09			12,09		12,09	12,09		12,09			12,09
6 (X92A)	12,43		12,43	12,43			12,43	12,43			12,43	12,43		12,43	
7 (X67B)	2,37	2,37			2,37		2,37	2,37		2,37			2,37	2,37	
8 (X67A)	2,84		2,84		2,84		2,84		2,84		2,84		2,84		2,84
Total	30,74	15,23	15,51	29,8	0,94	1,01	29,73	16,33	14,41	14,7	16,04	20,25	10,49	14,28	16,46
Número de valores	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	3,84	3,81	3,88	7,45	0,24	0,25	7,43	4,08	3,60	3,68	4,01	5,06	2,62	3,57	4,12
Efeito		0,07		-7,22		7,18		-0,48		0,34		-2,44		0,55	

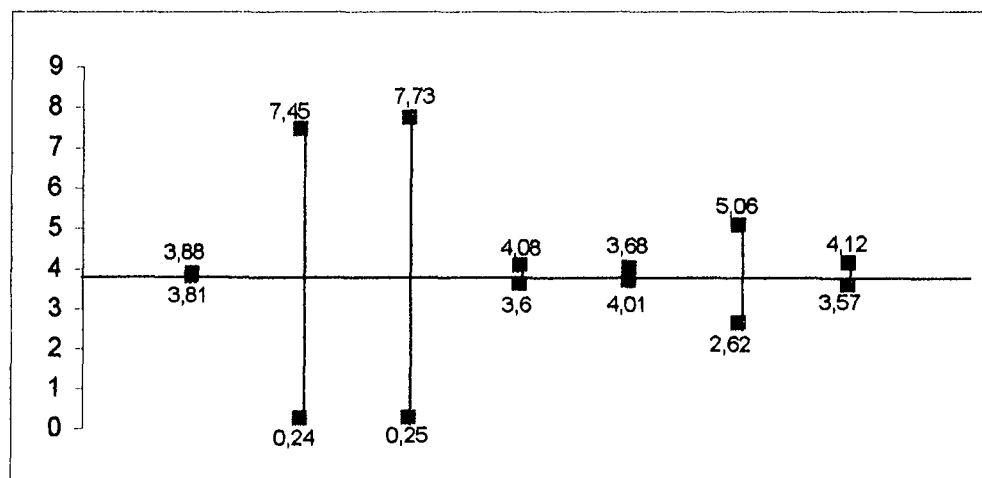


FIGURA 30 - EFEITOS DO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS PARA RENDIMENTO VOLUMÉTRICO MÉDIO DE *Clear Blocks* - RETRABALHO

No Planejamento de Experimentos, o quadro 16 e a figura 30 deixam claro os fatores significativos quanto às peças provenientes do retrabalho: bitola, fornecedor e a interação entre eles que perfazem efeitos de 7,22%, 7,18% e 2,44%, respectivamente. Assim, na última análise através desta ferramenta, ficam evidentes as inúmeras vantagens fornecidas por ela, demonstrando também a sua praticidade e a utilização por qualquer funcionário da empresa.

Este estudo mostra claramente que não se deve focalizar somente sobre o melhoramento da matéria-prima, porque os esforços para melhorar este rendimento, evitando jogar fora a madeira, gerta custo maior, chegando a empatar com a margem de lucro.

É importante lembrar que a determinação dos custos deve ser feita com muita precisão em todos os meses, com a totalidade dos valores da empresa, sendo acompanhado todos os dias, e não unicamente para este estudo.

6.3 PERDA DE MATÉRIA-PRIMA EM CADA ETAPA DO PROCESSO

No beneficiamento das peças de *Clear Blocks*, observa-se nitidamente, que as perdas são muito grandes, principalmente quando se obtém peças a partir de reflorestamentos mal conduzidos.

As principais perdas de matéria-prima no processamento da madeira se dão na etapa de destopo onde os defeitos são eliminados e no retrabalho. Já na plaina, as perdas são menores e são em grande parte, inerentes ao processo para a operação de calibração das peças. Estas hipóteses serão confirmadas pela análise específica em cada etapa do processo produtivo.

6.3.1 Perda de Matéria-prima na Plaina

Os valores representados na figura 31 demonstram uma uniformidade nas perdas dentro dos fatores estudados. Em função da proximidade dos valores, pode-se generalizar uma média de 24% de perdas na plaina. Isto significa que as peças de madeira serrada entram no processo com dimensões (largura e espessura) regulares, perdendo assim o mesmo volume, tanto na bitola 92 mm e 67 mm (produto acabado) quanto relacionado aos dois fornecedores estudados.

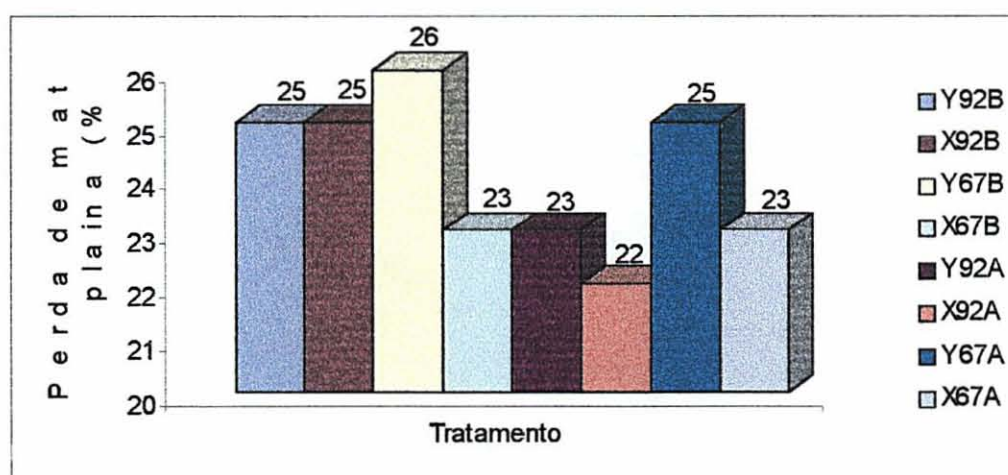


FIGURA 31 – PERDA DE MADEIRA NA PLAINA (%)

Legenda: X: Fornecedor Interno Y: Fornecedor Externo; Bitolas: 92 e 67; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima

Através da Análise da Variância (Quadro 29 – Anexo 3.9), tem-se a confirmação da análise preliminar, onde nenhuma das variáveis e nem suas interações apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Em termos percentuais as diferenças continuam sendo insignificantes; perde-se em largura 10,67% para a bitola 67 mm e 10% para a 92 mm e, com relação à espessura, a perda é de 16,67% para ambas as bitolas.

A qualidade da matéria-prima com relação à incidência de defeitos, pouco interfere nesta etapa, o que importa mesmo é a uniformidade do corte, que é obtida em ambos os fornecedores.

Assim, tem-se mais uma indicação do potencial de utilização da madeira do fornecedor Interno frente ao Externo, e da uniformidade do beneficiamento na Interno. Mas, esta uniformidade pode estar acima do desejado, ou seja, pode-se ter sobremedida exagerada das peças.

6.3.2 Perda de Matéria-prima na Destopadeira

As perdas nas destopadeiras são resultantes das peças que não puderam ser aproveitadas nas Classes A, B e no retrabalho, devido a intensidade dos defeitos, sendo destinadas à geração de energia na caldeira

De maneira geral, analisando-se as médias das perdas de todos os tratamentos (Figura 32) na destopadeira, observa-se um equilíbrio entre os fatores estudados, à exceção do fator bitola que apresenta uma maior porcentagem de perdas na bitola 67 mm.

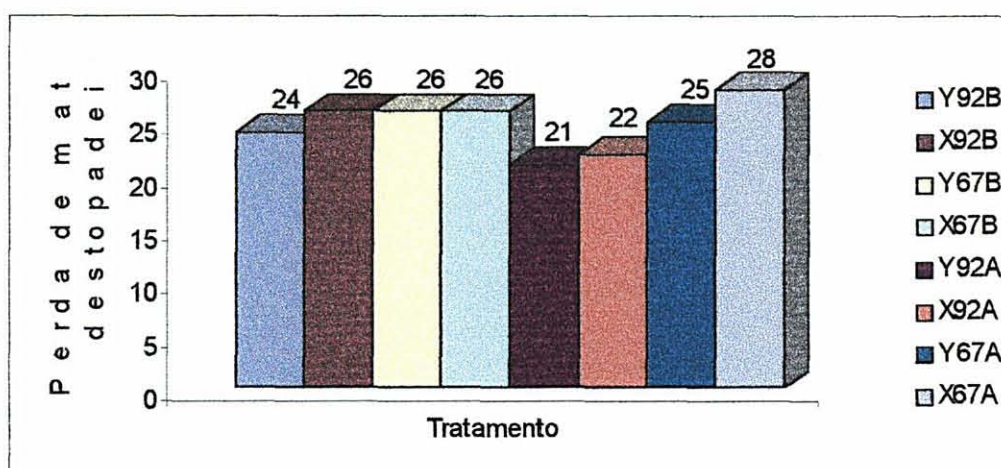


FIGURA 32: PERDA DE MADEIRA NA DESTOPADEIRA (%)

Legenda: X: Fornecedor Interno Y: Fornecedor Externo; Bitolas: 92 e 67; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima.

A Análise da Variância (Quadro 30 – Anexo 3.10) demonstrou que existe diferença significativa somente no fator bitola, seguindo mais uma etapa sem a influência do fornecedor, reforçando a utilização da madeira do fornecedor interno com qualidade e custo da matéria-prima inferior ao outro.

O teste de tukey para o fator bitola (Quadro 31 – Anexo 3.10), mostra que a bitola 92 mm perde menos na destopadeira, consequentemente apresenta um melhor rendimento.

O fato da bitola 92 mm ser melhor que a 67 mm, deve-se ao melhor aproveitamento da madeira. Este melhor aproveitamento começa a ser verificado na destopadeira, pois se as peças não podem ser retrabalhadas, nem são enviadas para o reaproveitamento, são colocadas na esteira de resíduos. No resíduo, a maior parte da peças é pertencente a bitola 67 mm devido à maior dificuldade da eliminação do defeito, tanto na destopadeira quanto no retrabalho.

6.3.3 Perda de Matéria-prima no Retrabalho

Os dados da figura 33 compreendem as médias encontradas para cada tratamento, através da qual podemos observar que as médias estão dispersas, chegando a extremos como 37% e 53% para a mesma bitola e destopadeira, diferentes fornecedores, ou ainda com a mesma perda (52%) nas condições anteriores, alterando somente a destopadeira.

Portanto, através da Análise da Variância, representada no quadro 32 (Anexo 3.11), verifica-se que as variáveis destopadeira e bitola são estatisticamente significantes, não apresentando influência quando se trabalha com todas as interações do processo.

De acordo com o quadro 33 (Anexo 3.11), que descreve o teste de tukey para o fator destopadeira, verifica-se que o melhor rendimento foi

obtido da matéria-prima da destopadeira que corta de cima para baixo, pois apresenta uma menor perda.

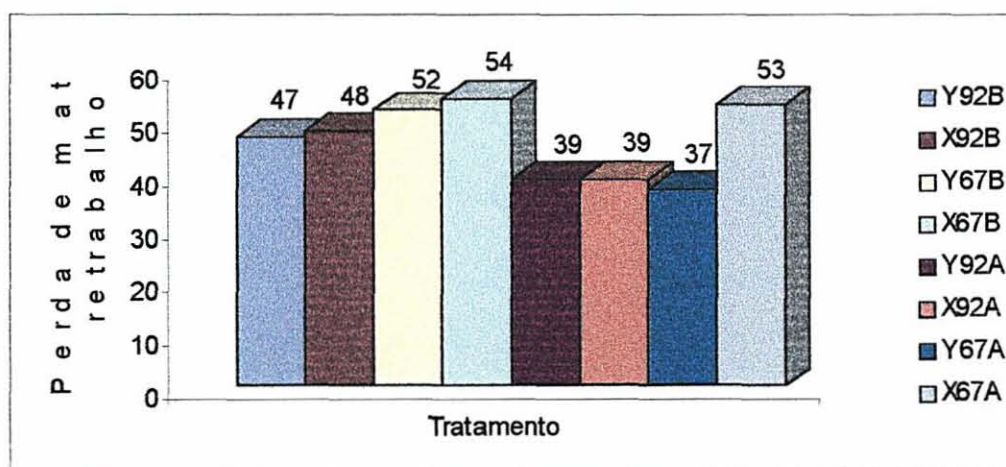


FIGURA 33 – PERDA DE MADEIRA NO RETRABALHO (%)

Legenda: X: Fornecedor Interno Y: Fornecedor Externo; Bitolas: 92 e 67; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima

Quanto ao teste de tukey do fator bitola (Quadro 34 – Anexo 3.11); na etapa de destopo já se evidenciava a superioridade das peças de bitola 92 mm, mesmo sendo retrabalhada, continua apresentando melhor rendimento devido a maior gama de utilizações desta bitola (bitola 67 mm e 48 mm).

6.4 PERDA DE MATÉRIA-PRIMA DEVIDO A SOBREMEDIDA EXAGERADA

A sobremedida é necessária para as operações seguintes ao desdobro primário como a secagem das peças e a calibração das peças em largura e espessura na plaina. Mas, a sobremedida exagerada é classificada por SHINGO (1991) como uma perda por superprodução, ou seja, produção dos itens acima do necessário.

O cálculo para se determinar as dimensões que devem ser cortadas a mais do que o realmente utilizável pode ser feito através da obtenção

do coeficiente de retratibilidade que indica qual a porcentagem de perda de madeira perdida durante a secagem (CETEC/FATEC, 1992). O coeficiente de retratibilidade é variável de espécie para espécie, sendo para o gênero *Pinus spp* 0.26 %/% para o plano tangencial, e 0.15 %/% para o plano radial.

As peças na serraria são obtidas em sua maior porcentagem através de corte tangencial, plano em que a madeira varia mais nas suas dimensões, portanto fazendo-se o cálculo através do coeficiente de retratibilidade das peças até 8% de teor de umidade, tem-se que para a peça entrar com dimensão de 100 mm no setor de *Clear Blocks*, deve-se serrar a madeira teoricamente a 105,2 mm de largura e 47,3 mm de espessura, e para as peças de 75 mm, deve-se serrar à 80,5 mm em largura e a mesma espessura que a anterior.

QUADRO 17 – DIMENSÕES PARA TODAS AS ETAPAS EM QUE A SOBREMEDIDA ESTÁ PRESENTE

Fornecedor	Saída da Serraria (mm)		Saída da Estufa (mm)		Saída de Clear Blocks (mm)	
	Largura	Espessura	Largura	Espessura	Largura	Espessura
Meta	105	50	100	45	92	40
Externo	105	50	102	47.17	92	40
Interno	105	50	101.7	47.33	92	40
Meta	80	50	75	45	67	40
Externo	80	50	74.7	48.33	67	40
Interno	80	50	75.3	47.17	67	40

Observa-se no quadro 17, através da análise das larguras tanto do fornecedor Externo quanto o da Interno, que os valores estão de acordo com o coeficiente de retratibilidade, como por exemplo, para madeira que deve entrar com 105 mm e 80 mm, ambos os fornecedores seguem o padrão, evitando assim as perdas de madeira nas operações de aplainamento e destopo. Assim, as peças também saem das estufas com a sobremedida esperada, como por exemplo para bitola 75 da Interno, as peças saem com média igual ao esperado (75,3 mm).

Já com relação à espessura, a serraria produz as peças com 50 mm, mas através do coeficiente de retratibilidade, observou-se que as peças podem ser produzidas com aproximadamente 47,5 mm, portanto ocorre uma sobremedida exagerada de 2,5 mm por peça de madeira produzida. Mesmo assim, deve-se pensar na dificuldade da regulação dos equipamentos de desdobro, qualidade dos equipamentos, operadores, toras, entre outros; sendo muito difícil a uniformidade de corte entre todas as peças.

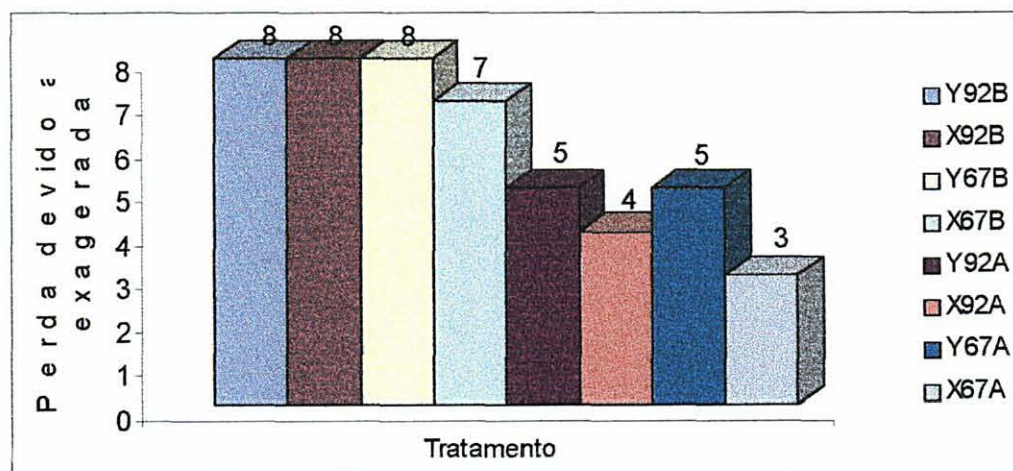


FIGURA 34 – PERDA DE MAD. DEVIDO A SOBREMEDIDA EXAGERADA (%)

Legenda: X: Fornecedor Interno Y: Fornecedor Externo; Bitolas: 92 e 67; Destopadeira A: Destopa de cima para baixo, Destopadeira B: destopa de baixo para cima

Na figura 34, apresenta-se as médias das sobremedidas exageradas encontradas em cada experimento, ou seja, o quanto de madeira é perdido quando se produz uma peça com sobremedida além do permitido, sendo influenciado principalmente pela perda em espessura. A média geral destas perdas está em torno de 5,91%. Para uma melhor avaliação desta figura, apresenta-se a Análise da Variância (Quadro 35 – Anexo 3.12), onde evidencia-se somente o fator destopadeira com diferença significativa.

A diferença significativa encontrada no teste de tukey para o fator destopadeira (Quadro 36 – Anexo 3.12) não afeta a perda devido à sobremedida, porque ela é retirada na fase de aplainamento e a fase de destopo é uma fase subsequente, não havendo assim, nenhuma forma de afetar as perdas devido a sobremedida. Então, a diferença está em função do estudo trabalhar com todas as variáveis e interações e, por acaso, acabou ocorrendo esta diferenciação.

A sobremedida “exagerada” foi adotada pela empresa estudada para compensar a má-qualidade do desdobro (má precisão nos equipamentos).

A empresa tem uma perda em matéria-prima na fonte (na própria serraria; fornecedor Interno) e uma diminuição da margem de lucro, que não foi estudado neste trabalho (serraria).

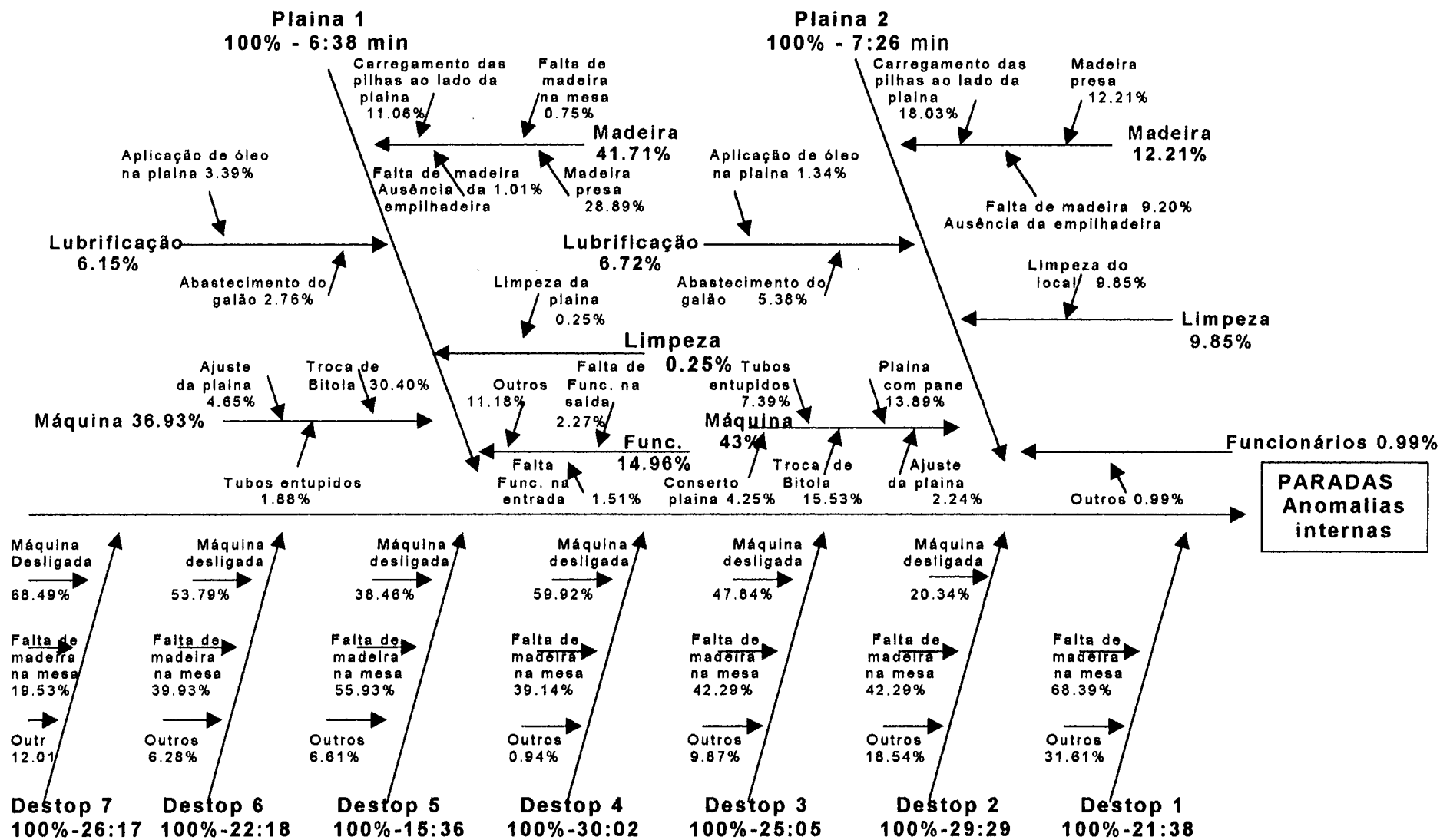
Ao contrário, no caso da matéria-prima do fornecedor Externo, o prejuízo vai para ele, pois as peças são faturadas nas medidas desejadas. Sendo assim, observa-se que o Externo deve ter o mesmo problema de precisão no desdobro. Para não se ter peça rejeitada na recepção da madeira da empresa estudada, adotou-se também a sobremedida “exagerada” ou simplesmente devido ao hábito de trabalho.

6.5 PARADAS DE MÁQUINAS

6.5.1 Paradas das Plainas

As causas que geram paradas nas plainas estão separadas em paradas devido à operacionalidade das máquinas, lubrificação, funcionários, limpeza e à madeira utilizada. Verifica-se na figura 35, que em 1 hora de trabalho, a plaina 1 parou 48 segundos a menos que a plaina 2 devido principalmente à operacionalidade da máquina como: dutos entupidos de resíduos, ausência de conserto da plaina, ausência limpeza contínua.

FIGURA 35 – DIAGRAMA CAUSA-EFEITO PARA PARADA DE MÁQUINAS



Mas o melhor desempenho em termos de tempo aproveitado não significa melhor produção, pois a máquina 2 mesmo parando mais, apresenta um melhor rendimento, pois tem maior velocidade de processamento, apresentando no fim do dia, uma grande diferença de produtividade em relação a outra.

O tempo e a causa das paradas das plainas devem ser analisados e solucionados, pois o aplainamento é a primeira fase do beneficiamento, ou seja, parando esta operação, param também as etapas seguintes como destopo e retrabalho.

6.5.1.1 Paradas devido a operacionalidade da máquina

A porcentagem de paradas nas duas plainas, perfazem um total de 37% e 43% (Figura 35), plaina 1 e plaina 2, respectivamente. Além das porcentagens totais referentes a esta causa, tem-se ainda o seu desmembramento em causas menores (Quadro 18).

QUADRO 18 – PARADAS NAS PLAINAS
OPERACIONALIDADE DAS MÁQUINAS

Causas	Plaina 1 (%)	Plaina 2 (%)
Ajuste da plaina	4.65	2.24
Troca de bitola	30.4	15.53
Dutos entupidos	1.88	7.39
Plaina com pane	-	13.89
Conserto da plaina	-	4.25

a) Dutos entupidos: está em função do acúmulo de resíduos nas tubulações que levam ao silo de armazenamento. É resultante tanto da pouca capacidade do silo, subdimensionamento das tubulações, inexistência de um sistema eficaz de capacitação de resíduos da máquina, ou ainda dos resíduos estarem com grandes dimensões, dificultando a passagem dos mesmos pelas tubulações.

b) Pane na plaina: está relacionado à interrupção do processo, em virtude de algum defeito ocorrido na máquina ou ainda devido a insuficiência de manutenção que pode levar ao desgaste e perda de eficiência das peças. Deve-se fazer uma manutenção mais periódica em horários alternativos como intervalos de almoço e fim da tarde, a fim de prevenir e não resolver depois da máquina e dos processos parados. Outro motivo pode ser a sobremedida das peças, tanto em largura como em espessura, dimensões que não foram perdidas no processo de secagem, forçando o trabalho da máquina, diminuindo a resistência da mesma.

c) Conserto da plaina: é um efeito da pane da máquina. Como se pode notar na figura 35, o tempo de conserto é pequeno, podendo ser feito pelo próprio operador da máquina, se tiver conhecimento do equipamento em que trabalha, sendo desnecessária a presença do mecânico para solucionar o problema.

d) Troca de bitola: é uma parada inerente ao processo produtivo, pois é necessária em virtude das diferentes bitolas que a empresa trabalha (como 67 mm e 92 mm). Mas, deve-se sempre fazer um planejamento desde a hora da entrada da madeira no setor, pois se deve empilhar as madeiras de bitolas homogêneas no mesmo local, para que na hora do processamento desta bitola, não seja o remanejo das outras grades, ou trabalhar com uma bitola, depois com outra, e depois voltar a anterior, atrasando o processo. Este planejamento é feito de maneira eficiente pelo encarregado do setor, mesmo assim, pode ser minimizado pelo treinamento e organização da operação de regulagem e troca de ferramentas.

e) Ajuste da plaina: resultado da troca de bitola, caso ela não tenha sido feita de modo eficiente, resulta em peças com dimensões irregulares, impedindo o seu posterior processamento. O reconhecimento das peças com dimensões irregulares é dependente direto do conhecimento prático dos funcionários. Este tempo parado deve ser eliminado com uma troca de bitola bem feita, e as peças devem ser medidas periodicamente para evitar a produção de peças irregulares.

Percebendo novamente a importância de um bom treinamento dos operadores para, neste caso, a operação de regulagem.

6.5.1.2 Paradas devido a lubrificação da máquina

O somatório das sub-causas que geram as paradas devido à lubrificação das máquinas, que é uma operação auxiliar ao processo produtivo são 6% para plaina 1 e 7% para a plaina 2 (Quadro 19).

a) Abastecimento do galão com óleo: o óleo fica armazenado em galões, sendo necessário o reabastecimento do recipiente que aplica o óleo na plaina. Este reabastecimento, quando feito pelo operador da máquina, prejudica a produção, devendo portanto, ser realizado por outra pessoa que esteja ociosa.

QUADRO 19 – PARADAS NAS PLAINAS
LUBRIFICAÇÃO DA MÁQUINA

Causas	Plaina 1 (%)	Plaina 2 (%)
Aplicação de óleo	3.39	1.34
Abastecimento do galão	2.76	5.38

b) Aplicação de óleo na plaina: geralmente é uma operação rápida e conjunta com o processamento da madeira, melhorando a velocidade de passagem das peças pelo aplainamento, facilitando a passagem das

peças, diminuindo também a porcentagem de madeira presa no equipamento, diminuindo também defeito como a marca escura deixada pela plaina na peça de madeira quando trava na máquina. Portanto, esta operação não pode ser eliminada, mas pode ser feita de modo a não prejudicar a produção e também não usar óleo desnecessariamente.

6.5.1.3 Paradas devido a matéria-prima

QUADRO 20 - PARADAS NAS PLAINAS
MATÉRIA-PRIMA

Causas	Plaina 1 (%)	Plaina 2 (%)
Carregamento das pilhas	11,08	18,03
Falta de madeira na mesa	0,75	-
Ausência da empilhadeira	1,01	9,2
Madeira presa	28,89	12,21

Quanto à matéria-prima, tem-se paradas que estão diretamente relacionadas a ela como dimensões em excesso, o que gera a madeira presa na máquina e as paradas indiretas que estão relacionadas à manipulação da matéria-prima como o seu carregamento. Estas paradas somam percentagens consideráveis como 42% para a plaina 1 e 39% para plaina 2 (Figura 35). As sub-causas estão detalhadas a seguir no quadro 20.

a) Falta de madeira devido à ausência da empilhadeira no setor: como já foi visto, as pilhas de madeira serrada são armazenadas e à medida que se necessita são colocadas pela empilhadeira ao lado da plaina, mas nem sempre a empilhadeira está disponível, pois também realiza operações no setor anexo. Este fato é decorrente de que a percepção da falta de madeira é realizada pelo funcionário de forma visual. Portanto, o sistema tem que ter registro formal, seja na forma de

fichas, cartões ou sinalizadores, e não na forma da percepção humana. Um sistema baseado em kanbans poderia solucionar este problema.

b) Carregamento das pilhas ao lado da plaina: é um tempo despendido e necessário, pois há necessidade de reposição da madeira. Assim, há necessidade da parada, pois não se tem espaço suficiente para a reposição contínua das pilhas devido à falta de espaço físico para a empilhadeira manobrar e colocar as pilhas ao lado da plaina à medida que estas vão sendo processadas.

c) Falta de madeira na mesa: na entrada da plaina há dois funcionários, um que coloca as peças na mesa e outro que passa as peças de madeira pela máquina. Na falta de um funcionário, a velocidade do processamento da madeira diminui.

d) Madeira presa: é resultante da sobremedida “exagerada” e defeitos de secagem como arqueamento, encurvamento e encanoamento que forçam a máquina, dificultando a passagem das peças, e da falta de reajuste da máquina em função do desgaste das ferramentas. Então, o problema é resultante de operações anteriores, devendo ser estudado, seja modificando o programa de secagem, aumentando a eficiência do pré-destopo ou melhorando a regulagem da máquina. A sobremedida é necessária e está em dimensões corretas conforme cálculos anteriores.

6.5.1.4 Paradas devido a limpeza da máquina ou do local

A limpeza foi causada por somente uma fonte, que é a limpeza da máquina. A porcentagem de tempo despendido para esta atividade foi de 0,25% para a plaina 1 e 10% para a plaina 2.

A limpeza da plaina é uma operação auxiliar ao processo e deve ser realizada sempre que necessário, para facilitar o aplainamento, pois a ausência desta operação gera acúmulo de resíduos na máquina, e também pode causar um mau aspecto visual para funcionários e pessoas estranhas que possam estar no setor.

Quanto à limpeza do local, deve ser feita por um funcionário que esteja ocioso no momento, para que esta operação não prejudique a produção. Mas, o que se verifica no setor é o inverso, onde o próprio funcionário da plaina realiza a operação; este quadro deve ser revertido para não continuar ocorrendo perdas de produção.

A limpeza tanto do local, quanto da máquina e dos funcionários deve ser fator essencial em qualquer processo, independente do material com que se esteja trabalhando; ela torna o ambiente mais agradável e os operários mais satisfeitos, então além de facilitar o processo, a limpeza é um dos fatores que pode aumentar a motivação dos funcionários no trabalho

6.5.1.5 Paradas com relação aos Funcionários

A ausência de funcionário na entrada da plaina não justifica o tempo despendido, ou o funcionário está conversando com outro, ou realizando uma função que não é sua, prejudicando o andamento do processo (Quadro 21), pois a pessoa que coloca as peças sobre a mesa assume esta função, ficando sobrecarregado e não dando conta do trabalho.

**QUADRO 21 – PARADAS NAS PLAINAS
DESEMPENHO DOS FUNCIONÁRIOS**

Causas	Plaina 1 (%)	Plaina 2 (%)
Falta de funcionário na entrada	1.51	-
Falta de funcionário na saída	2.27	-
Outros	11.13	-

Já na saída da plaina, há dois funcionários, um que tira a madeira da plaina e a empilha e outro que às leva até as destopadeiras. Na ausência de um deles, a plaina deve ser parada para não cair madeira no final.

Caso o funcionário precise realmente sair, de deixar outro no lugar, e não simplesmente abandonar a função, como acontece em muitas situações.

Outras causas da ausência dos funcionários que trabalham com as plaina são; idas ao banheiro, conversas desnecessárias, realocação para executar outra função, paradas para fumar, entre outras.

6.5.2 Paradas das Destopadeiras

A análise das paradas das destopadeiras também está baseada no diagrama causa efeito representado anteriormente na figura 35, e está subdivido em três causas principais: máquina desligada, falta de madeira na mesa e outras causas relacionadas principalmente aos funcionários. A média do tempo parado entre todas as destopadeiras é de 25 min por hora trabalhada (Quadro 22), chegando quase a metade do tempo produtivo.

O maior tempo parado não significa falta de eficiência do operador, e sim ao contrário, pois ele trabalha mais rápido que os outros, faltando madeira mais rápido.

A causa principal está ligada na menor produtividade das plainas (operação que antecede o destopo), pois não conseguem suprir a demanda das destopadeiras, sendo necessário o desligamento de algumas máquinas. Atualmente, o funcionário processa a madeira na destopadeira, desliga a máquina e fica na espera de madeira, retomando a operação. Portanto, deve-se implantar um planejamento com revezamento entre as destopadeira, de modo que máquinas e funcionários

não fiquem ociosos, haja uma economia de energia e degaste das máquinas

QUADRO 22 – PARADAS NAS DESTOPADEIRAS

Causas	Média entre as destopadeira (%)
Falta de madeira na mesa	43.93
Máquina desligada	41.26
Outros	12.27

A falta de madeira na mesa representa 11 min do tempo parado em uma hora de trabalho. Esta parada está diretamente ligada ao fato que as plainas não conseguem suprir o volume de madeira que as destopadeiras processam. Estoques intermediários contínuos entre as duas etapas poderia ser a solução, mas significa investimento estagnado, não sendo produtivamente viável. Mas, poderia-se fazer outro turno para as plainas, para o outro dia se dispor de madeira. Para que isso aconteça deve-se pensar sempre na necessidade de mercado, se ele absorve estes produtos. Assim, a melhor solução seria desligar algumas destopadeiras durante certos períodos, sendo os funcionários remanejados para outras funções como em operações auxiliares às plainas, como já foi visto necessita de funcionários para que a produção não pare.

A média de tempo parado entre as destopadeiras devido ao desligamento da máquina é de 10 min. O desligamento da destopadeira está em função da falta de madeira na mesa, deixando os funcionários ociosos.

As causas relacionadas diretamente aos funcionários correspondem a 3:05 min em 1 hora de trabalhada. A atividade referente a este tempo poderia ser realizada quando não tivesse madeira na mesa, não atrapalhando a operação, ou ainda, nos dois intervalos ao longo do dia e também no almoço, deixando o funcionário livre para executar a tarefa durante toda a jornada de trabalho, salvo motivos urgentes.

A melhor maneira de se conseguir a contribuição dos funcionários é informá-los da sua importância na produção, mostrando a eles o processo desde o início (reflorestamentos) até o produto final, informá-los do destino do produto, o que irá ser feito dele e onde ele, como funcionário, entra neste processo. Ou seja, conscientização, fornecimento de um ambiente e de um salário adequado (com prêmios de produtividade, se for interessante), e treinamentos periódicos são as melhores formas de aperfeiçoamento de qualquer processo. Outra forma de diminuir o tempo parado seria a execução de um planejamento de pausas rápidas com revezamento entre os funcionários.

7 CONCLUSÕES

As perdas de matéria-prima inerentes ao processo são decorrentes principalmente das operações de aplainamento, destopo e retrabalho; já as perdas não inerentes ao processo estão em função da presença da sobremedida exagerada em muitas peças de madeira serrada.

O estudo do rendimento volumétrico total de matéria-prima apontou em termos percentuais a bitola 92 mm e o fornecedor externo, e em moeda a bitola 92 mm e o fornecedor interno como os melhores níveis. Quanto a destopadeira, não há diferença significativa entre os modelos estudados, pois ambos apresentaram rendimentos semelhantes nos dois estudos.

A linha *Clear Blocks A* apresentou os melhores rendimentos percentuais e em margem de lucro. Novamente, os melhores níveis foram a bitola 92 mm e o fornecedor externo para rendimento percentual e a bitola 92 mm e o fornecedor interno para rendimento financeiro.

Quanto a linha *Clear Blocks B*, foi a que proporcionou os piores retornos para a empresa, tanto em termos percentuais como financeiros. Mesmo assim, o melhor nível foi a interação bitola 92 mm e fornecedor interno para rendimento percentual, e para o financeiro, destaque para os fatores isolados bitola 92 mm e fornecedor interno.

O retrabalho das peças de *Clear Blocks* elimina uma porcentagem significativa de perdas. No rendimento percentual das peças oriundas desta atividade, tem-se a destopadeira que corta de baixo para cima e o fornecedor interno como os melhores níveis; e quanto ao rendimento financeiro, evidenciou-se a bitola 92 mm e o fornecedor interno como os melhores níveis, além da interação entre estas variáveis.

Considerando as perdas de matéria-prima em cada etapa do processo, tem-se na plaina, destopadeira e retrabalho, perdas de 24%,

25% e 46% por volume de madeira que entra em cada operação, respectivamente.

Na plaina, não houve diferença significativa entre os fatores, níveis e interações estudadas. Na segunda etapa, que compreende ao destopo, evidenciou-se a bitola 92 mm como o melhor nível. Quanto ao retrabalho, o estudo apontou a destopadeira que corte de cima para baixo e a bitola 92 mm como os melhores níveis, ou seja, as variáveis que apresentaram menor perda de matéria-prima.

A perda devido a sobremedida exagerada apresentou uma média de 6% por metro cúbico de madeira serrada, sendo a destopadeira que corta de cima para baixo o melhor e único nível em que ocorreu diferença significativa, pois os demais (bitola e fornecedor apresentaram perdas semelhantes.

Com relação ao estudo de rendimentos e perdas, evidenciou-se diferenças significativas principalmente nos fatores isolados, e algumas interações entre os dois fatores, nunca os três, indicando que não há influência dos fatores quando trabalhados em conjunto (realidade do processo).

Quanto a análise estatística, o planejamento de experimentos apresentou os mesmos resultados que a análise convencional (análise da variância), com diversas vantagens como: menor número de experimentos e fornece resultados de forma simples e com alta credibilidade.

As paradas nas plainas foram consequência da alimentação da máquina com madeira e de atividades relacionadas às máquinas como ajustes, troca de bitola e entupimento dos dutos com resíduos.

Nas destopadeiras, o tempo parado foi decorrente do desligamento da máquina, feita de madeira para ser trabalhada e causas referentes aos operadores das máquinas.

8 RECOMENDAÇÕES

Em virtude da ausência de significância na interação entre as três variáveis no estudo de rendimentos e perdas, deve-se continuar a trabalhar como fornecedor que apresenta menor custo (fornecedor interno), ambas as destopadeiras (corta de baixo para cima e no sentido oposto) e bitolas (67 e 92 mm). Ainda quanto ao fornecedor, deve-se procurar um fornecedor externo com a boa qualidade de matéria-prima a um custo menor para superar ou pelo menos igualar a margem de lucro do fornecedor interno.

O planejamento de experimentos deve ser aplicado no controle de produção da empresa, pois é uma ferramenta de simples entendimento, prática e apresenta resultados imediatos.

O tempo parado deve ser eliminado, ou pelos diminuído nas plainas e destopadeiras. Deve-se portanto, planejar melhor a produção, de modo que as máquinas não fiquem ociosas, e fazer treinamentos periódicos com os funcionários (de todos os cargos), mostrando a eles a importância de sua função dentro da empresa, além de informá-los sobre as máquinas que operam, para evitar paradas muito prolongadas.

Assim, pode-se dizer que para aumentar a produção deve-se:

- melhorar a produtividade através da redução das paradas;
- aumentar a velocidade de fabricação;
- trabalhar com dois turnos;
- dobrar ou triplicar o número de máquinas, sabendo-se que o custo das máquinas pode ser rapidamente amortizado.
- dependendo do custo, uma outra solução deve ser escolhida.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPM – Associação Brasileira de Produtores de Madeiras. **Catálogo de Normas de Madeira Serrada de Pinus**. Caxias do Sul: Spectrum Comunicação Ltda, p. 34.

ANTUNES, José A.V. **A Lógica das Perdas nos Sistemas Produtivos**: Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1994.

BARTOLOMEU, Tereza Angélica. **Identificação e Avaliação dos Principais Fatores que Determinam a Qualidade de uma Lavanderia Hospitalar**. Dissertação, EPS-UFSC, Florianópolis, 1998, p. 7-12.

BASTOS, Maria Ignez P. L. **Por que Administrar com Qualidade**. Revista da Madeira, ano 8, n. 44, 1999, pg. 66.

BONDUELLE, Ghislaine M. **Avaliação e Análise dos Custos da Má Qualidade na Indústria de Painéis de Fibras**. Tese de Doutorado. Florianópolis; Universidade Federal de Santa Catarina, 1997, p. 288.

BORNIA, Antônio Cezar. **Mensuração das Perdas dos Processos Produtivos: Uma abordagem metodológica do controle interno** Tese, EPS-UFSC, Florianópolis, 1995, p. 1-30.

BURBIDGE, John L. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1988, p. 556.

CLEMMER, Jim. **Process Re-engineering and Process Improvement: not and either / or choice**. CMA – The Management Accounting Magazine, v. 68, n. 5, p. 36, 1994.

CORAL, Eliza. **Avaliação e Gerenciamento dos Custos da Não Qualidade**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Florianópolis: UFSC, 1996, p. 152.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é Investimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1991.

DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de Processos**, Harward Business School Press. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Situación de los Bosques del Mundo**. 1999, p. 154.
<http://www.fao.org>

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood Handbook**. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, rev. 1987, p. 466.

GALVÃO, Antônio P.M. & JANKOSWSKI, Ivaldo P. **Secagem Racional de Madeiras**. São Paulo: Nobel S.A., 1984, p. 107.

GARVIN, David A. **Gerenciando a Qualidade: Visão Estratégica e Competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GOUPY, Jacques. **La Méthode des Plans d'Experiences. Optimisation du Choix des Essais & de l'Interprétation des Résultats**. Paris: Dunod, 1988, p. 214.

HARRINGTON, James. **Business Process Improvement. The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness**. New York: McGraw-Hill, 1991.

HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando Processos Industriais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total (a maneira japonesa)**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

KLOCK, Umberto. **Qualidade da Madeira Juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. MOORE**. Tese de Doutorado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000, p. 347.

KUME, Hitoshi. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. São Paulo: Editora Gente, 1993, p. 239.

MACEDO, Alberto A. & PÓVOA, Francisco L. F. **Glossário da Qualidade Total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, ed. 2, 1994, p. 76.

MAGRATH Allan J. **Finding Ways to Add Value, Sales & Marketing Management**, 1994.

MILLER, Cyndee. **TQM OUT – Continuous Improvement IN**. Marketing News, v. 28, n. 10, 1994, p. 5

MORESCHI, João Carlos. **Relação água-madeira e sua secagem**. Curitiba: Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, UFPR, 1975.

OSTRENGA, Michael R.T. **Ghia da Ernest & Young para Gestão Total dos Custos**. Rio de Janeiro: Record, 1993.

PALADINI, Edson Pacheco. **Controle de Qualidade: uma abordagem abrangente**. São Paulo: Atlas, 1990, p. 239.

PALADINI, Edson P. **Qualidade Total na Prática: Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total**. São Paulo, 1994, p. 214.

PALL, G.A. **Quality Process Management**. Englewood Cliffs. Prentice – Hall, 1987.

QUEIROZ, Simone H. **Motivação dos Quadros Operacionais para a Qualidade sob o Enfoque da Liderança Situacional**. Dissertação EPS-UFSC, Florianópolis, 1996, p. 58-66.

RAZERA, Dalotn L. **Uma abordagem metodológica para avaliar a relação entre as condições de trabalho e produtividade**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

RECH, Clóvis. **Uma base para crescer**. Curitiba: Revista da Madeira, ano 6, n. 37, 1998, pg.4.

REVISTA DA MADEIRA. **A Alternativa das Exportações**. Curitiba, ano 6, n. 37, 1998, pg.5.

REVISTA DA MADEIRA. **Por um Espaço no Mercado Competitivo**, ano 6, n. 38, 1998, p. 4-6.

REVISTA DA MADEIRA. **Exportações de Madeira crescem 52%**. Curitiba: CR Design, ano 8, n. 48, pg. 4-6, 2000.

ROBLES, Antônio Jr. **Custos da Qualidade: Uma Estratégia para a Competição Global**. São Paulo: Atlas, 1994, p. 134.

ROLT, Mírian I. P. de. **O Uso de Indicadores para a Melhoria da Qualidade em Pequenas Empresas**. Dissertação EPS – UFSC, Florianópolis, 1998, p. 07 – 11.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Eliminando o Desperdício. Não economize vontade de mudar**. Brasília: SEBRAE, vol. 6, 1995, p. 32.

Secretaria de Estado e Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico. **Anuário Estatístico de Santa Catarina**. Florianópolis: Diretoria de Estatística e Geoprocessamento, 1995, p. 34.

SCHAFFER, Robert H & THOMPSON, Harvey A. **Successful Change Programs Begin with Results**, Harvard Business Review, 1992.

SHINGO, Shigeo. **Study of TOYOTA production system from Industrial Engineering viewpoint**. Tokyo: Japan Management Association, 1981.

SCHOLTES, Peter R. **Times da Qualidade – Como usar Equipes para Melhorar a Qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

TOMASELLI, Ivan & DELESPINASSE, Bernard. **As Perspectivas do Setor Florestal Brasileiro**. Revista Referência, ano 2, n. 3, jan / fev 2000, pg. 28.

TOMASELLI, Ivan & GARCIA, Jefferson D. **Ameaças à Indústria de Madeiras do Brasil, comprometem a competitividade**. Curitiba: Revista da Madeira, ano 7, n. 40, 1998, pg.14-18.

VIERA, César Gregório G. **Uma Metodologia para a Melhoria de Processos**. Dissertação, EPS – UFSC, Florianópolis, 1995, p. 173.

ZACCARELLI, Sérgio B. **Administração Estratégica da Produção**. São Paulo: Atlas, 1990, p. 134.

ZEYHER, Lewis R. **Manual de Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1974, p. 375.

WERKEMA, Maria Cristina C. & AGUIAR, Silvio. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, vol. 2, 1995, p. 384.

ANEXOS

ANEXO 1**RESUMO DOS RENDIMENTOS DE *Clear Blocks*
EMPRESA W**

ANO 1999				
Mês	Clear Blocks A (%)	Clear Blocks B (%)	Rendimento (%)	Perda (%)
Maio	35.83	23.97	59.80	40.20
Junho	39.09	23.61	62.70	37.30
Julho	41.49	19.96	61.45	38.55
Agosto	42.44	15.67	58.11	41.89
Setembro	49.76	20.54	70.30	29.70
Outubro	53.04	19.61	72.65	27.35
Novembro	42.72	17.00	59.72	40.28
Dezembro	38.39	12.96	51.35	48.65
TOTAL				
MEDIA	42.84	19.16	62.00	38.00
2000				
Mês	Clear Blocks A (%)	Clear Blocks B (%)	Rendimento (%)	Perda (%)
Janeiro	50.77	14.76	65.62	34.38
Fevereiro	39.10	13.96	53.07	46.93
Março	27.83	11.28	39.11	60.89
Abril	28.89	8.67	37.56	62.44
Maio	-	-	-	-
Junho	37.96	4.81	42.77	57.23
Julho	37.58	19.07	56.65	43.35
Agosto	32.94	11.88	44.82	55.18
Setembro	-	-	-	-
Outubro	19.39	7.76	27.15	72.85
Novembro	-	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-
TOTAL				
MEDIA	34.31	11.52	45.83	54.17
MÉDIA 1999-2000	38.57	15.34	53.91	46.09

ANEXO 2**PLANILHAS UTILIZADAS NA ANÁLISE DA VARIÂNCIA
ANÁLISE DO RENDIMENTO E PERDA DE MATÉRIA – PRIMA
NO PROCESSO**

ANEXO 2.1: Matriz utilizada na análise estatística.

Tratamento (1-8)	Repetições (1-3)	Destopadeira (1-2)	Bitola (1-2)	Fornecedor (1-2)	Resposta
1	1	1	1	1	
1	2	1	1	1	
1	3	1	1	1	
2	1	1	1	2	
2	2	1	1	2	
2	3	1	1	2	
3	1	1	2	1	
3	2	1	2	1	
3	3	1	2	1	
4	1	1	2	2	
4	2	1	2	2	
4	3	1	2	2	
5	1	2	1	1	
5	2	2	1	1	
5	3	2	1	1	
6	1	2	1	2	
6	2	2	1	2	
6	3	2	1	2	
7	1	2	2	1	
7	2	2	2	1	
7	3	2	2	1	
8	1	2	2	2	
8	2	2	2	2	
8	3	2	2	2	

Número do tratamento	Simbologia utilizada	Tratamento Fornecedor – Bitola - Destopadeira
1	Y92B	Externo – 92 mm – destopa de baixo para cima
2	X92B	Interno – 92 mm – destopa de baixo para cima
3	Y67B	Externo – 67 mm – destopa de baixo para cima
4	X67B	Interno – 67 mm – destopa de baixo para cima
5	Y92A	Externo – 92 mm – destopa de cima para baixo
6	X92A	Interno – 92 mm – destopa de cima para baixo
7	Y67A	Externo – 67 mm – destopa de cima para baixo
8	X67A	Interno – 67 mm – destopa de cima para baixo
Variáveis analisadas		Númeração de cada variável no teste
Bitola 92 mm		1
Bitola 67 mm		2
Fornecedor Externo		1
Fornecedor Interno		2
Destopadeira baixo para cima		1
Destopadeira cima para baixo		2

ANEXO 2.2: Quadro de respostas relacionadas ao rendimento total, para a matriz descrita no Anexo 4.

Tratamento (1-8)	Repetições (1-3)	Rendimento Total	
		%	R\$
1	1	50.84	42.63
1	2	51.74	41.81
1	3	56.63	48.06
2	1	44.90	62.33
2	2	48.79	68.87
2	3	49.00	67.24
3	1	51.70	40.51
3	2	51.24	40.00
3	3	47.49	32.41
4	1	44.49	51.04
4	2	47.40	60.40
4	3	46.63	62.64
5	1	59.75	51.28
5	2	54.95	43.52
5	3	57.64	47.37
6	1	44.59	77.80
6	2	53.97	76.25
6	3	51.92	71.74
7	1	48.98	36.19
7	2	41.27	28.85
7	3	38.18	36.77
8	1	53.01	56.91
8	2	48.99	46.01
8	3	53.92	44.18

ANEXO 2.3: Quadro de respostas relacionadas ao rendimento por classe de qualidade, para a matriz descrita no Anexo 4.

Tratamento (1-8)	Repetições (1-3)	Rendimento por Classe de Qualidade					
		Classe A		Classe B		Retrabalho	
		%	R\$	%	R\$	%	R\$
1	1	44.09	39.68	2.54	0.25	4.21	2.70
1	2	43.31	38.98	3.13	0.31	5.30	2.52
1	3	51.54	46.39	1.17	0.12	3.97	1.55
2	1	30.08	46.62	4.07	3.05	10.75	12.66
2	2	36.51	56.59	5.20	3.90	7.07	8.38
2	3	29.99	46.48	7.37	5.52	11.64	15.24
3	1	46.02	41.42	2.74	0.27	2.94	-1.18
3	2	45.44	40.90	2.84	0.28	2.95	-1.18
3	3	37.88	34.09	4.31	0.43	5.29	-2.11
4	1	30.71	47.60	0.00	0.00	13.77	3.44
4	2	36.51	56.59	1.58	1.18	9.31	2.33
4	3	37.95	58.82	3.31	2.48	5.37	1.34
5	1	53.52	48.17	1.66	0.17	4.57	2.94
5	2	43.25	38.92	3.54	0.35	8.16	4.25
5	3	50.37	45.33	1.80	0.18	5.47	1.86
6	1	40.64	62.99	5.92	4.44	8.85	10.37
6	2	38.50	59.67	3.65	2.73	11.82	13.85
6	3	34.64	53.69	6.64	4.98	10.64	13.06
7	1	42.37	38.13	4.64	0.46	6.00	-2.40
7	2	35.22	31.70	5.32	0.53	8.45	-3.38
7	3	43.23	38.91	4.26	0.43	6.43	-2.57
8	1	33.07	51.26	3.36	2.52	12.55	3.13
8	2	26.59	41.21	2.27	1.70	12.41	3.10
8	3	25.18	39.02	3.81	2.86	9.91	2.30

ANEXO 2.4: Quadro de respostas relacionadas as perdas de matéria-prima em cada etapa do processo.

Tratamento (1-8)	Repetições (1-3)	Perda de madeira na plaina (%)	Perda de madeira na destopadeira (%)	Perda de madeira no retrabalho (%)
1	1	27.06	25.86	43.44
1	2	23.23	26.72	46.85
1	3	23.68	20.30	51.11
2	1	25.25	29.60	41.89
2	2	24.28	26.40	49.55
2	3	25.27	20.57	52.95
3	1	25.60	25.11	55.56
3	2	26.73	24.73	57.05
3	3	27.10	29.39	42.93
4	1	14.98	31.57	49.86
4	2	25.15	22.64	53.01
4	3	28.29	24.64	57.98
5	1	22.83	19.51	34.13
5	2	22.08	23.58	36.09
5	3	22.30	19.79	46.10
6	1	21.77	20.88	42.28
6	2	21.77	22.08	37.15
6	3	22.33	24.42	38.92
7	1	23.80	26.55	29.45
7	2	25.36	25.78	43.11
7	3	25.09	22.93	37.26
8	1	22.48	22.29	47.28
8	2	22.34	30.45	50.68
8	3	23.31	31.27	61.23

ANEXO 2.5: Quadro de respostas relacionadas as perdas de matéria-prima devido a sobremedida exagerada

Tratamento (1-8)	Repetições (1-3)	Perda devido a sobremedida exagerada (%)
1	1	10.81
1	2	6.02
1	3	6.67
2	1	8.59
2	2	7.40
2	3	8.61
3	1	6.90
3	2	7.71
3	3	8.19
4	1	4.34
4	2	5.73
4	3	9.69
5	1	5.64
5	2	4.70
5	3	4.98
6	1	4.33
6	2	4.33
6	3	4.72
7	1	4.81
7	2	4.03
7	3	5.67
8	1	2.40
8	2	2.19
8	3	3.42

ANEXO 2.6: Matrizes utilizadas para elaboração do Quadro de Anova, quando se trabalha com as interações

Interação AB Destopadeira Bitola	Interação AC Destopadeira Fornecedor	Interação BC Bitola Fornecedor	Interação ABC Destopadeira Bitola Fornecedor
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	2	2	2
1	2	2	2
1	2	2	2
2	1	3	3
2	1	3	3
2	1	3	3
2	2	4	4
2	2	4	4
2	2	4	4
3	3	1	5
3	3	1	5
3	3	1	5
3	4	2	6
3	4	2	6
3	4	2	6
4	3	3	7
4	3	3	7
4	3	3	7
4	4	4	8
4	4	4	8
4	4	4	8

Anexo 3

Análise da Variância e Teste de Tukey para Rendimento e Perda de Matéria-prima

Anexo 3.1: Análise da Variância e Teste de Tukey para Rendimento Total (%)

QUADRO 01 - ANOVA RENDIMENTO TOTAL (%)

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	30,6682	30,6682	3,5370	0,0783
Bitola	1	161,4609	161,4609	18,6230	**0,0005
Fornecedor	1	186,7526	186,7526	21,5410	**0,0003
Inter. Dest – Bitola	1	6,0551	6,0551	0,6950	0,2270
Inter. Dest – Fornec	1	4,2420	4,2420	0,4890	0,5017
Inter. Bitola – Fornec	1	5,8312	5,8312	0,6730	0,4328
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	18,4626	18,4626	2,1290	0,1638
Resíduo	16	138,7201	8,6700		
Total (Corrigido)	23	601,2028			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença à 5% de significância.

QUADRO 02 - TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA RENDIMENTO TOTAL (%)

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Bitola 92 mm	12	52,96	A
Bitola 67 mm	12	47,77	B
Contraste		Diferença (%)	Limite
92 mm – 67 mm		5,19	2,55%

Letras diferentes: diferença à 5% de significância

QUADRO 03 – TESTE DE TUKEY – FATOR FORNECEDOR RENDIMENTO TOTAL (%)

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Fornecedor Externo	12	53,16	A
Fornecedor Interno	12	47,58	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Externo – Interno		5,58	2,55

Letras diferentes: diferença a 5% de significância.

**Anexo 3.2: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento Total (R\$)**

QUADRO 04 – ANOVA RENDIMENTO TOTAL (%)

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	0,0477	0,0477	0,0020	0,9637
Bitola	1	1106,9058	1106,9058	51,0700	**0,0000
Fornecedor	1	2730,8800	2730,8800	125,9960	**0,0000
Inter. Dest – Bitola	1	0,0563	0,0563	0,0045	0,4606
Inter. Dest – Fornec	1	0,1365	0,1365	0,0060	0,3386
Inter. Bitola – Fornec	1	77,4363	77,4363	3,5730	0,0770
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	46,9001	46,9001	2,1640	0,1607
Resíduo	16	346,7888	21,6743		
Total (Corrigido)	23	4544,1583			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença estatística a 5% de significância;

**QUADRO 05 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
RENDIMENTO TOTAL (R\$)**

Experimento	Repetições	Média (r\$)	Significância
Bitola 92 mm	12	58,24	A
Bitola 67 mm	12	44,66	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
92 mm - 67 mm		13,58	4,03

Legenda: Letras diferentes: diferença à 5% de significância

**QUADRO 06 – TESTE DE TUKEY – FATOR FORNECEDOR
RENDIMENTO TOTAL (R\$)**

Experimento	Repetições	Média (R\$)	Significância
Fornecedor Interno	12	62,12	A
Fornecedor Externo	12	40,78	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
Interno – Externo		21,34	4,03

Legenda: Letras diferentes: diferença à 5% de significância.

**Anexo 3.3: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento na Linha Clear Blocks A (%)**

QUADRO 07 – ANOVA – Linha *Clear Blocks A* (%)

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Destopadeira	1	0,4959	0,4959	0,0280	0,8719
Bitola	1	131,9297	131,9297	7,3340	**0,0155
Fornecedor	1	769,1940	769,1940	42,7620	**0,0000
Inter. Dest – Bitola	1	22,6276	22,6276	0,6820	0,1890
Inter. Dest – Fornec	1	0,3290	0,3290	0,0180	0,8955
Inter. Bitola – Fornec	1	10,1010	10,1010	0,0562	0,4724
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	18,0440	18,0440	1,0030	0,3315
Residuo	16	287,8032	17,9877		
Total (Corrigido)	23	1340,5246			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif.: Significância; ** diferença a 5% de significância.

**QUADRO 08 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
RENDIMENTO – *Clear Blocks A***

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Bitola 92 mm	12	41,37	A
Bitola 67 mm	12	36,68	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Bit. 92mm – Bit. 67mm		4,69	3,67

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**QUADRO 09 – TESTE DE TUKEY – FATOR FORNECEDOR
RENDIMENTO – *Clear Blocks A***

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Forn. Externo	12	44,69	A
Forn. Interno	12	33,36	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Externo – Interno		11,33	3,67*

Legenda: Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**Anexo 3.4: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento na Linha Clear Blocks A (R\$)**

QUADRO 10 – ANOVA – RENDIMENTO (R\$) – *Clear Blocks A*

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Destopadeira	1	1,1094	1,1094	0,0430	0,8401
Bitola	1	169,9208	162,9208	6,6220	*0,0204
Fornecedor	1	792,5808	792,5808	30,8880	*0,0000
Inter. Dest – Bitola	1	0,0382	0,0382	0,0870	0,9400
Inter. Dest – Fornec	1	0,8664	0,8664	0,0340	0,8584
Inter. Bitola – Fornec	1	0,0253	0,0253	0,0010	0,9756
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	77,5441	77,5441	3,0220	0,1013
Residuo	16	410,5514	25,6595		
Total (Corrigido)	23	1675,9798			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif.: Significância; * significante diferença estatística

**QUADRO 11 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
RENDIMENTO (R\$) – *Clear Blocks A***

Experimento	Repetições	Média	Significância
Bitola 92 mm	12	48,62	A
Bitola 67 mm	12	43,30	B
Contraste		Diferença +/-	Limite
Bit. 92mm – Bit. 67mm		5,32	4,39

Legenda: Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**QUADRO 12 – TESTE DE TUKEY – FATOR FORNECEDOR
RENDIMENTO (R\$) – *Clear Blocks A***

Experimento	Repetições	Média (R\$)	Significância
Fornec. Interno	12	51,71	A
Fornece. Externo	12	40,22	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
Interno – Externo		11,49	4,39

Letras diferentes: diferença a 5% de significância.

**Anexo 3.5: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento na Linha Clear Blocks B (%)**

QUADRO 13 – ANOVA – Linha *Clear Blocks B* (%)

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	3,0888	3,0888	2,0970	0,1669
Bitola	1	2,8359	2,8359	1,9250	0,1843
Fornecedor	1	3,5497	3,5497	2,4100	0,1401
Inter. Dest – Bitola	1	3,4884	3,4884	2,3680	0,1434
Inter. Dest – Fornec	1	0,0057	0,0057	0,0040	0,9518
Inter. Bitola – Fornec	1	34,5360	34,5360	23,4440	**0,0002
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	0,0273	0,0273	0,0190	0,8948
Resíduo	16	23,5697	1,4731		
Total (Corrigido)	23	71,1017			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença à 5% de significância.

**QUADRO 14 – ANOVA – INTERAÇÃO BITOLA FORNECEDOR
RENDIMENTO (%) – *Clear Blocks B***

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Inter. Bitola – Fornecedor	3	40,9216	13,6405 1,5090	9,0390	**0,0006
Resíduo	20	30,1800			
Total (Corrigido)	23	71,1017			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif.: Significância ; ** diferença a 5% de significância.

**QUADRO 15 – TESTE DE TUKEY –INT. BITOLA FORNECEDOR
RENDIMENTO (%) – *Clear Blocks B***

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
92 mm Interno	6	5,47	A
67 mm Externo	6	4,02	A B
67 mm Interno	6	2,39	B
92 mm Externo	6	2,31	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Exter 92 – Inter 92		-3,17	1,98*
Exter 92 – Exter 67		-1,71	1,98
Exter 92 – Inter 67		-0,08	1,98
Inter 92 – Exter 67		1,46	1,98
Inter 92 – Inter 67		3,09	1,98*
Exter 67 – Inter 67		1,63	1,98

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**Anexo 3.6: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento na Linha Clear Blocks B (R\$)**

QUADRO 16 – ANOVA – RENDIMENTO (R\$) – Clear Blocks B

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Destopadeira	1	0,5281	0,5281	0,8660	0,3757
Bitola	1	6,8908	6,8908	11,2990	*0,0040
Fornecedor	1	41,5540	41,5540	68,1340	*0,0000
Inter. Dest – Bitola	1	0,7211	0,7211	1,1820	0,2930
Inter. Dest – Fornec	1	0,2904	0,2904	0,4760	0,5073
Inter. Bitola – Fornec	1	9,2504	9,2504	15,1680	*0,0013
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	0,4593	0,4593	0,7530	0,4075
Residuo	16	9,7581	0,6099		
Total (Corrigido)	23	69,4522			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif.: Significância; * diferença a 5% de significância

**QUADRO 17 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
RENDIMENTO (R\$) – Clear Blocks B**

Experimento	Repetições	Média (R\$)	Significância
Bitola 92 mm	12	2,17	A
Bitola 67 mm	12	1,10	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
Bit. 92mm – Bit. 67mm		1,07	0,68

Letras diferentes: diferença significativa.

**QUADRO 18 – TESTE DE TUKEY – FATOR FORNECEDOR
RENDIMENTO (R\$) – Clear Blocks B**

Experimento	Repetições	Média (R\$)	Significância
Fornec. Interno	12	2,95	A
Fornec. Externo	12	0,32	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
Interno – Externo		2,63	0,68

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**QUADRO 19 – ANOVA – INTRAÇÃO BITOLA – FORNECEDOR
RENDIMENTO (R\$) – Clear Blocks B**

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Inter. Bitola – Fornecedor	3	57,6952	19,2317	32,7160	0,0000
Residuo	20	11,7570	0,0588		
Total (Corrigido)	23	69,4522			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif: Significância; ** diferença a 5% de significância

QUADRO 20 – TESTE DE TUKEY-INT. BITOLA-FORNECEDOR

Experimento	Repetições	Média	Significância
92 mm Interno	6	4,10	A
67 mm Interno	6	1,79	A
67 mm Externo	6	0,40	B
92 mm Externo	6	0,23	C
Contraste		Diferença +/-	Limite
Exter 92 – Inter 92		-3,87	* 1,24
Exter 92 – Exter 67		-0,17	1,24
Exter 92 – Inter 67		-1,56	* 1,24
Inter 92 – Exter 67		3,70	* 1,24
Inter 92 – Inter 67		2,31	* 1,24
Exter 67 – Inter 67		-1,39	* 1,24

Legenda: Letras diferentes: diferença a 5% de significância.

**Anexo 3.7: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento na Linha Clear Blocks retrabalho (%)**

QUADRO 21–ANOVA–RENDIMENTO(%) *Clear Blocks* retrabalho

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Destopadeira	1	21,4515	21,4515	4,8330	*0,0430
Bitola	1	0,3577	0,3577	0,0810	0,7831
Fornecedor	1	151,7551	151,7551	34,1880	*0,0000
Inter. Dest – Bitola	1	3,8001	3,8001	0,8560	0,3783
Inter. Dest – Fornec	1	1,5759	1,5759	0,3550	0,5659
Inter. Bitola – Fornec	1	0,1962	0,1962	0,0440	0,8383
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	0,0070	0,0070	0,0020	0,9692
Resíduo	16	71,0220	4,4389		
Total (Corrigido)	23	250,1656			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença a 5% de significância

**QUADRO 22 – TESTE DE TUKEY – FATOR DESTOPADEIRA
RENDIMENTO (%) – *Clear Blocks* retrabalho**

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Dest. De cima p/baixo	12	8,88	A
Dest de baixo p/cima	12	6,88	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Cim/baix – baix/cima		1,89	1,82

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**QUADRO 23 – TESTE DE TUKEY FATOR FORNECEDOR
RENDIMENTO (%) – *Clear Blocks* B**

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Fornec. Interno	12	10,34	A
Fornec. Externo	12	5,31	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Interno - Externo		5,03	1,82

Legenda: Letras diferentes: diferença significativa.

**Anexo 3.8: Análise da Variância e Teste de Tukey para
Rendimento na Linha Clear Blocks retrabalho (R\$)**

QUADRO 24 – ANOVA–RENDIMENTO (R\$)
Clear Blocks RETRABALHO

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Destopadeira	1	0,0280	0,0280	0,0120	0,9161
Bitola	1	312,1930	312,1930	131,1940	**0,0000
Fornecedor	1	309,6017	309,6017	130,1050	**0,0000
Inter. Dest – Bitola	1	1,3373	1,3373	0,0577	0,4666
Inter. Dest – Fornec	1	0,6734	0,6734	0,0283	0,6077
Inter. Bitola – Fornec	1	35,7216	35,7216	15,0110	**0,0013
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	1,8040	1,8040	0,7580	0,4060
Resíduo	16	38,0742	2,3796		
Total (Corrigido)	23	699,4687			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif.: Significância; ** diferença a 5% de significância

**QUADRO 25 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
RENDIMENTO (R\$) – Clear Blocks retrabalho**

Experimento	Repetições	Média (R\$)	Significância
Bitola 92 mm	12	7,45	A
Bitola 67 mm	12	0,23	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
Bit. 92mm – Bit. 67mm		7,22	1,33

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**QUADRO 26 – TESTE DE TUKEY – FATOR FORNECEDOR
Clear Blocks RETRABALHO (R\$)**

Experimento	Repetições	Média (R\$)	Significância
Fornec. Interno	12	7,43	A
Fornec. Externo	12	0,25	B
Contraste		Diferença (R\$)	Limite (R\$)
Interno – Externo		7,18	1,33

Letras diferentes: diferença significativa.

**QUADRO 27 – ANOVA – INTERAÇÃO BITOLA–FORNECEDOR
RENDIMENTO (R\$) – Clear Blocks retrabalho**

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Signif
Inter. Bitola – Fornecedor	3	657,5163	219,1721	104,9220	**0,0000
Resíduo	20	41,9525	2,0976		
Total (Corrigido)	23	699,4687			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; Signif.: Significância; ** diferença a 5% de significância.

QUADRO 28 – TESTE DE TUKEY – INT. BITOLA-FORNECEDOR
RENDIMENTO (R\$) – *Clear Blocks* retrabalho

Experimento	Repetições	Média	Significância
92 mm Interno	6	12,26	A
92 mm Externo	6	2,64	B
67 mm Interno	6	2,60	B
67 mm Externo	6	-2,13	C
Contraste		Diferença +/-	Limite
Exter 92 – Inter 92		-9,62	* 2,34
Exter 92 – Exter 67		4,77	* 2,34
Exter 92 – Inter 67		0,03	2,34
Inter 92 – Exter 67		14,40	* 2,34
Inter 92 – Inter 67		9,65	* 2,34
Exter 67 – Inter 67		-4,74	* 2,34

Legenda: Bit: bitola 92 mm e 67 mm. A: destopadeira que corta de cima para baixo, B: destopadeira que corta de cima para baixo. Letras diferentes e * significante diferença estatística.

Anexo 3.9: Perda de matéria-prima na plaina (%)**QUADRO 29 – ANOVA – PERDA DE MADEIRA NA PLAINA (%)**

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	18,4801	18,4801	2,6890	0,1206
Bitola	1	2,9962	2,9962	0,4360	0,5254
Fornecedor	1	13,1128	13,1128	1,9080	0,1862
Inter. Dest – Bitola	1	4,4376	4,4376	0,6460	0,4419
Inter. Dest – Fornec	1	0,2860	0,2860	0,0420	0,8431
Inter. Bitola – Fornec	1	11,6483	11,6483	1,6950	0,2114
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	2,0184	2,0184	0,2940	0,6010
Residuo	16	109,9629	6,8727		
Total (Corrigido)	23	162,9424			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença a 5% de significância

Anexo 3.10: Perda de matéria-prima na destopadeira (%)**QUADRO 30 – ANOVA – PERDA DE MADEIRA
DESTOPAIDEIRA (%)**

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	13,5000	13,5000	1,0970	0,3105
Bitola	1	59,0321	59,0321	4,7960	**0,0437
Fornecedor	1	11,4264	11,4264	0,9280	0,3598
Inter. Dest – Bitola	1	17,3060	17,3060	1,4060	0,2530
Inter. Dest – Fornec	1	4,1168	4,1168	0,3340	0,5772
Inter. Bitola – Fornec	1	0,0013	0,0013	0,0000	0,9919
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	2,8843	2,8843	0,2340	0,6400
Resíduo	16	196,9201	12,3075		
Total (Corrigido)	23	305,1870			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença a 5% de significância.

**QUADRO 31 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
PERDA DE MADEIRA NA DESTOPAIDEIRA**

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Bitola 67	12	26,45	A
Bitola 92	12	23,31	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Bit. 67 – Bit. 92		3,14	3,04*

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

Anexo 3.11: Perda de matéria-prima no retrabalho (%)**QUADRO 32 – ANOVA – PERDA DE MADEIRA
RETRABALHO (%)**

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	404,2604	404,2604	11,9030	**0,0033
Bitola	1	175,7168	175,7168	5,1740	**0,0370
Fornecedor	1	148,5037	148,5037	4,3730	0,0528
Inter. Dest – Bitola	1	0,5828	0,5828	0,0170	0,8988
Inter. Dest – Fornec	1	77,4004	77,4004	2,2790	0,1506
Inter. Bitola – Fornec	1	102,7548	102,7548	3,0260	0,1012
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	84,4500	84,4500	2,4870	0,1344
Resíduo	16	543,3914	33,9620		
Total (Corrigido)	23	1537,0604			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença a 5% de significância.

**QUADRO 33 – TESTE DE TUKEY – FATOR DESTOPADEIRA
PERDA DE MADEIRA NO RETRABALHO**

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Dest. Baixo p/cima	12	50,18	A
Dest. Cima p/baixo	12	41,97	B
Contraste	41.973333	Diferença (%)	Limite (%)
Baix/cim – cim/baix		8,21	5,07*

Legenda: Letras diferentes e “*” significante diferença estatística.

**QUADRO 34 – TESTE DE TUKEY – FATOR BITOLA
PERDA DE MADEIRA NO RETRABALHO**

Experimento	Repetições	Média	Significância
Bitola 67 mm	12	48,78	A
Bitola 92 mm	12	43,37	B
Contraste		Diferença +/-	Limite
Bit. 67 – Bit. 92		5,39	5,07*

Letras diferentes: diferença a 5% de significância

**Anexo 3.12: Perda de matéria-prima devido a sobremedidade
exagerada (%)**

QUADRO 35 – ANOVA – PERDA DEVIDO A SOBREMEDIDA

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Nível de Significância
Destopadeira	1	64,8131	64,8131	30,9520	**0,0000
Bitola	1	5,7233	5,7233	2,7330	0,1178
Fornecedor	1	4,4893	4,4893	2,1440	0,1625
Inter. Dest – Bitola	1	0,0171	0,0171	0,0080	0,9301
Inter. Dest – Fornec	1	1,7604	1,7604	0,8410	0,3825
Inter. Bitola – Fornec	1	3,1537	3,1537	1,5060	0,2375
Inter. Destop – Bit – Fornec	1	0,0073	0,0073	0,0040	0,9541
Resíduo	16	33,5035	2,0940		
Total (Corrigido)	23	113,4677			

Legenda: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma dos Quadrados; QM: Quadrado Médio; ** diferença a 5% de significância

**QUADRO 36 – TESTE DE TUKEY – FATOR DESTOPADEIRA
PERDA DEVIDO A SOBREMEDIDA**

Experimento	Repetições	Média (%)	Significância
Dest. Baixo/cima	12	7,56	A
Dest. Cima/baixo	12	4,27	B
Contraste		Diferença (%)	Limite (%)
Baix/cim – cim-baix		3,29	1,25

Letras diferentes: diferença a 5% de significância